Sonderabdruck
aus dem Handbuch der Architektur. III. Theil 1. Band
Darmstadt 1886.

DIE HOCHBAU-CONSTRUCTIONEN.

---

ERSTE ABTHEILUNG.

# CONSTRUCTIONS-ELEMENTE.

# 1. Abfchnitt.

# Conftructions-Elemente in Stein.

Von Erwin Marx.

## 1. Kapitel.

## Stein-Conftructionen im Allgemeinen.

Die Hauptmaffe der meiften Bauwerke befteht aus Steinen oder fteinähnlichen Stoffen. Es gehören diefe daher zu den allerwichtigften Baumaterialien, und es werden diefelben überall da verwendet, wo es fich um Herftellung von möglichft dauerhaften, allen äufseren Einflüffen am längften Widerftand leiften follenden Bauten handelt. Von den Bauwerken der alten Völker find uns faft nur aus Stein conftruirte erhalten geblieben; in keinem anderen Material läfft fich ein fo hoher Grad von Monumentalität erzielen; die meiften Architektur-Syfteme beruhen auf der Verwendung von Stein oder fteinähnlichen Maffen. 8. Verfchiedenheit nach dem Material.

Die Natur bietet nicht überall Felsarten, aus denen Bauteine gewonnen werden können; man war daher von den früheften Zeiten an in vielen Gegenden darauf angewiefen, aus anderen, dem Mineralreich entnommenen Stoffen auf künftlichem Wege fteinähnliche Maffen zu erzeugen.

Es kann dies auf zweierlei Weife gefchehen, entweder indem man geeignete Erden oder andere lofe Maffen zu regelmäfsigen Stücken formt, diefe auf irgend eine Weife feftigt und fie dann wie natürliche Steine zu Bautheilen zufammenfetzt, oder indem man diefelben Stoffe unmittelbar zur Herftellung gröfserer Baukörper durch Giefsen oder Stampfen verwendet. Es mag fogar diefe künftliche Erzeugung von fteinähnlichen Maffen dem Bauen mit den Felfen abgewonnenen Steinen der Zeit nach vorangegangen fein, da das letztere jedenfalls fchwieriger ift, die Kenntnifs befferer Werkzeuge vorausfetzt und vielfach den Transport gröfserer Einzellaften in fich fchliefst.

Auf alle Fälle werden daher bei einer Befprechung der Stein-Conftructionen im Allgemeinen nicht blofs die Conftructionen aus einzelnen Stücken, fondern zugleich auch diejenigen Conftructionen Erwähnung finden müffen, bei welchen aus urfprünglich weichen Maffen durch allmähliche Erhärtung fteinähnliche Baukörper in gröfserer Ausdehnung fich ergeben und die man gewöhnlich als Gufs- und Stampfmauerwerke bezeichnet. Bei den Stein-Conftructionen find alfo dem Material nach zu unterfcheiden:

a) Conftructionen aus natürlichen Steinen, und zwar aus folchen,

α) die nach einer beftimmten Form genau bearbeitet und von gröfseren Dimenfionen find (Quader, Haufteine, Schnittfteine, Werkfteine, Werkftücke),

β) die regelmäfsig bearbeitet, aber von kleineren Dimenfionen, wenig oder gar nicht bearbeitet find (Bruchfteine);

b) Conftructionen aus künftlichen Steinen;

c) Conftructionen aus Gufs- oder Stampfmaffen, und

d) gemifchte Conftructionen, bei denen die Conftructionen unter a, b und c in den verfchiedenen möglichen Combinationen zur Herftellung von einem und demfelben Bautheil Verwendung finden.

9. Einflufs des Steinmaterials.

Will man zweckmäfsig bauen, fo mufs man die Eigenfchaften des Baumaterials berückfichtigen. Es kommt hierbei namentlich der Widerftand gegen die möglichen Beanfpruchungen in Betracht. Die Steine leiften gegen Druck einen bedeutenden Widerftand, während ihre Feftigkeit gegen Zug und Biegung, fo wie ihre Elafticität eine verhältnifsmäfsig viel geringere ift. Es müffen demnach die Stein-Conftructionen namentlich auf Verwerthung der Druckfeftigkeit abzielen. Dadurch wird einerfeits die Art ihrer Lagerung im Bau bedingt, andererfeits ihre Verwendungsfähigkeit und Verbindungsweife befchränkt.

Die oftmals bedeutende Härte des Materials, die Sprödigkeit und die geringe Feftigkeit deffelben gegen Zug und Biegung geftatten nicht oder nur ausnahmsweife Verbindungsarten, wie fie für die Holz-Conftructionen charakteriftifch find, als z. B. Zapfen, Verzahnungen etc. Die verhältnifsmäfsige Kürze, in der die meiften Steinftücke nur erlangt werden können, eben fo wie die geringe Elafticität und Biegungsfeftigkeit erlauben es nicht, Steine zu Balken in der Ausdehnung, wie Holz und Eifen zu verwenden. Die Steinbalkendecken der Aegypter, Syrer und Griechen wird man für heutige Verhältniffe nicht mehr praktifch finden, obgleich andererfeits ähnliche Verwendungsweifen, wie zur Herftellung von Treppen, horizontalen Ueberdeckung von Oeffnungen etc. gar nicht zu umgehen und unter Beobachtung der nöthigen Vorfichtsmafsregeln auch zweckmäfsig find.

Wenn in Folge diefer befchränkteren Verwendungsfähigkeit der Stein auch im Nachtheil gegen Holz und Eifen ift, fo bietet doch die rationelle Ausnutzung der Druckfeftigkeit in den Gewölben ein Mittel, Aehnliches wie mit jenen zu erreichen und fehr grofse Weiten mit Stein-Conftructionen zu überfpannen, die den Holz- und Eifen-Conftructionen durch ihre gröfsere Dauer, bedingt durch die gröfsere Feuer- und Witterungsbeftändigkeit, entfchieden voranftehen.

Das gröfsere Gewicht bei einer durch das Material bedingten gewiffen Dicke geben von Haus aus den reinen Stein-Conftructionen eine gröfsere Stabilität, als den Conftructionen von Holz, eben fo denen gegenüber, die aus Eifen hergeftellt werden, das zwar viel fchwerer ift, aber feiner grofsen Feftigkeit wegen in möglichft geringen Stärken verwendet werden mufs. Es refultirt hieraus die im Allgemeinen weit gröfsere Einfachheit der Conftructionen von Stein gegenüber denen von Holz oder Eifen, deren Stabilität durch Einführung complicirterer Verbände und Verbindungen, wie fie die Natur diefer Materialien geftattet, erreicht werden mufs. In der combinirten Ausnutzung der günftigften Eigenfchaften diefer drei Materialien beruht u. A. die Anwendung der Holz- und Eifen-Fachwerke, bei denen die Felder des aus Holz, bezw. Eifen hergeftellten Gerippes mit Steinwerk ausgefüllt werden.

10. Verwendung der Mörtel.

Eine Vorausfetzung zu letzterer Verwendungsweife und überhaupt ein grofser Vortheil für die Verwendbarkeit des Steinmateriales ift der Umftand, dafs gewiffe Subftanzen, namentlich die Mörtel, zur Verfügung ftehen, die in weit ausgedehnterer Weife, als dies bei Holz und Eifen der Fall ift, eine Verkittung einzelner Steinftücke zu mehr oder weniger monolithen Maffen geftatten und welche felbft mit der Zeit zu fteinähnlichen Maffen erhärten. Wenn nun auch die Feftigkeit diefer Verbindungen der Steine durch die Mörtel oder andere hierher gehörige Bindemittel nicht in allen

Fällen fehr bedeutend ift, wenigftens für die Zeit kurz nach der Herftellung, fo beruhen die Vortheile derfelben doch nicht blofs in der Verkittung, fondern auch noch in Anderem, was in Kap. 3 (unter a) zu erörtern fein wird, und es ift in Folge deffen die Verwendung der Bindemittel bei allen modernen Stein-Conftructionen eine fo allgemeine und ausgedehnte, dafs folche im Hochbau nur felten ganz ohne diefelben ausgeführt werden. In Beziehung auf die Verwendung der Mörtel bei Stein-Conftructionen kann man diefelben daher eintheilen:

a) in folche ohne Mörtel;

b) in folche mit Mörtel, und

c) in folche, die fehr viel Mörtel enthalten oder ganz aus Mörtel beftehen.

Die Conftructionen unter a nennt man wohl Trockenmauerwerke, wenn Mauerkörper auf diefe Weife hergeftellt werden. Es find hierher aber noch eine Anzahl anderer Conftructionen (ein Theil der Steintreppen, Dachdeckungen) einzureihen.

Die Conftructionen unter b bezeichnet man gewöhnlich als Mörtelmauerwerk, wohl auch fchlechtweg nur als Mauerwerk, die unter c als Gufs- und Stampfwerk (hauptfächlich kommt hier der Beton in Betracht), wie in Art. 8 angeführt wurde.

Die beiden letzteren Conftructionsweifen bieten namentlich die Mittel zur Begrenzung von Räumen und Stützung von Laften. Die Hauptformen diefer Verwendungen find Mauern und Pfeiler, fo wie die Gewölbe. 11. Anwendung.

Die mannigfaltigen Formen, in denen die Steine gewonnen, zugerichtet und künftlich hergeftellt werden können, geben aber noch Veranlaffung zu den verfchiedenften anderweitigen Benutzungen derfelben, namentlich zu Fufsboden- und Deckenbildungen. Es find hierbei anzuführen: Plattenbeläge, Pflafterungen, Mofaik etc.; Ueberdeckungen von Oeffnungen mit Steinbalken und von Balkenfächern mit Platten; die verfchiedenen fteinernen Dachdeckungen, Wandbehänge und Wandtäfelungen. Die Conftructionen der Steintreppen nehmen, wie in räumlicher Beziehung, fo auch in conftructiver eine vermittelnde Stellung zwifchen Fufsboden- und Deckenbildungen ein.

Bei den Mauerwerken treten die Steine am maffenhafteften und felbftändigften auf; fie verdienen daher fchon bei einer allgemeinen Befprechung der Stein-Conftructionen befondere Berückfichtigung. Es laffen fich für fie beftimmte Regeln entwickeln, die zum Theile auch für andere Conftructionen von Stein Giltigkeit haben. 12. Bedingungen für die Herftellung.

Wie fchon erwähnt, ift eine fehr wichtige Eigenfchaft der Mörtel die, dafs mit ihnen Steinftücke zufammengekittet werden können. Namentlich kommt diefelbe für Mauerwerke aus kleinen Stücken in Betracht. Diefe Verbindung der Steine wird aber erft allmählich, mit zunehmender Erhärtung der Mörtel, feft, und im Anfang find die durch Mörtel verbundenen Steine oft leicht verfchiebbar, ja mitunter noch leichter beweglich, als ohne denfelben, da durch diefe weiche halbflüffige Zwifchenlage die Reibung zwifchen den Steinen vermindert werden kann. Würde man immer einen plötzlich erhärtenden Mörtel verwenden und würden die Mörtel immer fo feft, wie das Steinmaterial, fo hätte man es fchon von vornherein oder wenigftens nach einiger Zeit mit monolithen Steinmaffen zu thun, in denen die Steine unverrückbar liegen würden, was der Endzweck der Conftruction ift. Es wäre dann ganz gleichgiltig, wie und in welcher Form die Steine neben und über einander gelagert find[3]).

[3]) Der Beton ift ein in diefem Sinne bereitetes Conftructions-Material; nur auf der Bindung durch den Mörtel beruht feine Feftigkeit und Cohäfion, an die man daher nicht höhere Anfprüche ftellen darf, als fie der betreffende Mörtel zu leiften vermag.

So rafch und nachhaltig erhärtende Mörtel giebt es nun allerdings; man verwendet fie aber aus anderen, hier nicht zu erörternden Rückfichten nur felten. Zur Erzielung möglichfter Feftigkeit, d. h. hier alfo möglichfter Unverrückbarkeit der einzelnen Steine eines Mauerwerkes gehören demnach noch andere Mittel, als blofse Verbindung durch den Mörtel, nämlich Rückfichtnahme auf Form und Zueinanderordnung der einzelnen Steine. Ja bei Feftftellung der Regeln, nach denen Form und Aneinanderreihung der Steine im Mauerwerk zu beftimmen find, fpielt der Mörtel gar keine Rolle und kann dabei unberückfichtigt bleiben, weil er in feiner erft weichen Befchaffenheit fich der Geftalt der Steine anfchmiegt, weil er ferner Anfangs keine eigene Feftigkeit befitzt und weil endlich auch Mauerkörper ohne Mörtel zu conftruiren find.

13. Lage der Fugenflächen.

Die Flächen, in denen fich die Steine im Mauerwerk berühren, heifsen Fugenflächen, die Durchdringungen diefer Fugenflächen mit zur Anficht kommenden Flächen des Mauerwerkes Fugenlinien oder kurzweg Fugen.

Kräfte, die auf ein Mauerwerk wirken, werden in den Fugenflächen von einem Stein auf den benachbarten übertragen; man kann eine folche Kraft als Fugenkraft bezeichnen, und da hier meift nur Drücke zur Wirkung gelangen, fpecieller als Fugendruck. Verfchiebungen durch den Fugendruck fteht nur die Reibung in den Fugenflächen entgegen, da wir von einer Verkittung durch Mörtel hier abfehen. Wäre auch keine Reibung vorhanden, fo müffte die Fugenfläche normal zur Richtung des Fugendruckes liegen, wenn ein Gleiten vermieden werden foll. Abweichungen von diefer Lage der Fugenfläche find daher in ihrer Gröfse von der vorhandenen Reibung abhängig zu machen. Der Reibungs-Coefficient zwifchen Stein auf Stein ift 0,6 bis 0,7, der Reibungswinkel 31 bis 35 Grad. Differenzen zwifchen der Richtung des Fugendruckes und der Normalen zur Fugenfläche dürfen daher diefes Mafs nicht überfteigen. Nimmt man doppelte Sicherheit an, fo reducirt fich diefer Winkel auf 17 bis 19 Grad. Da die Reibung auch durch Erfchütterungen, durch Waffer und fonftige äufsere Einflüffe vermindert werden kann, fo ift im Allgemeinen als theoretifch zweckmäfsigfte Lage der Fugenfläche diejenige normal zur Richtung des Fugendruckes anzufehen. Abweichungen von diefer Richtung, fo weit es die Reibung geftattet, werden nur durch andere Rückfichten gerechtfertigt werden können.

Die Richtung des Fugendruckes in einem Mauerwerk wechfelt häufig, z. B. bei einem Gewölbe; es werden demnach auch die Richtungen der Fugenflächen in einem folchen Falle wechfeln müffen. Man erhält in Folge deffen nicht parallele, fondern convergirende Schichten des Mauerwerkes. Beruht nun darauf auch z. B. die Haltbarkeit der Gewölbe, und wird man fich bei diefen der fchwierigeren und koftfpieligeren Mauerung und Herftellung paffender Steine nicht entziehen können, fo wird man andererfeits in vielen Fällen, namentlich wo es fich um lothrechte Mauerkörper handelt, von der confequenten Durchführung des vorher erörterten Grundfatzes abzuweichen wünfchen müffen, um Erleichterung der Arbeit und Verminderung der Koften zu erzielen. Man wird defswegen häufig eine parallele Schichtung des Mauerwerkes, normal zu einer mittleren Druckrichtung, vorziehen, weil dann die Steine von parallelen Flächen begrenzt werden können, was die Ausführung erleichtert.

Auch im Hochbau kommt es öfters bei lothrechten Mauerkörpern vor, dafs die mittlere Druckrichtung in denfelben nicht lothrecht ift, fondern fchief im Raume (bei Widerlagsmauern von Gewölben, Strebepfeilern, Futter- und Stützmauern etc.). In Folge der parallelen Schichtung — bei Einführung einer mittleren Druckrichtung —

und weil die Mauern in den meiften Fällen lothrechte Begrenzungsebenen erhalten müffen, ergeben fich an diefen fpitzwinkelige Kanten der Steine, die praktifche Bedenken gegen fich haben. Spitzwinkelige Kanten werden leichter abgedrückt; auch werden fie leichter durch die Verwitterung zerftört, als rechtwinkelige oder gar ftumpfwinkelige. Die rechtwinkeligen Kanten kann man aber im vorliegenden Falle nur durch horizontale Schichtung des Mauerwerkes erzielen, welche die im Hochbauwefen am meiften auch angewendete ift. Das, was man hierbei an Feftigkeit der Conftruction in Folge gröfserer Abweichungen von der theoretifch richtigen Lage der Fugenflächen normal zur Druckrichtung einbüfst, mufs durch gröfsere Stärke der Mauer erfetzt werden. Wie man die fpitzen Winkel wenigftens an einer Seite der Mauern vermeiden kann, wird fpäter zu erörtern fein [4]).

Die aus den vorher angegebenen praktifchen Rückfichten auf die Art des Steinmateriales wünfchenswerthe parallelepipedifche Geftaltung der Steine einer Mauer ift auch diejenige, die fich am leichteften, einfachften und billigften ausführen läfft. Bei den zumeift im Hochbauwefen zur Verwendung kommenden natürlichen Steinarten, den Sedimentär-Gefteinen, entfpricht fie auch gewöhnlich der natürlichen Schichtung und Zerklüftung, fo wie der Gewinnungsweife in den Steinbrüchen, während fie bei den künftlichen Steinen die für die Fabrikation bequemfte ift.

Das rechtwinkelige Aneinanderftofsen der Begrenzungsflächen eines Mauerfteines läfft fich übrigens auch theoretifch begründen. In jedem von äufseren Kräften afficirten Körper wirkt auf ein beliebiges Flächenelement eine Kraft, die man im Allgemeinen innere Kraft [5]) oder, auf die Flächeneinheit bezogen, Spannung nennt. Es läfft fich nachweifen [6]), dafs in jedem Punkte drei auf einander normale Spannungen exiftiren, welche auf den von ihnen afficirten Flächenelementen normal ftehen.

Man nennt diefe Spannungen Hauptfpannungen. Im vorliegenden Falle find die Spannungen meift Drücke, die man daher Hauptdrücke nennen kann. Jeder andere Druck fteht auf der von ihm afficirten Fläche nicht normal. Nach dem Gefagten läfft fich fonach folgender Satz aufftellen: Die Fugenflächen follen auf den Hauptdrücken normal ftehen. Es ergeben fich hiernach drei zu einander normale Fugenflächen.

Die Benennung der Fugenflächen ift je nach ihrer Lage zur Druckrichtung im Mauerwerk eine verfchiedene. In der Regel ift nur ein Hauptdruck vorhanden. Die im Allgemeinen zur Richtung diefes Hauptdruckes normal zu legenden Fugenflächen heifsen **Lagerflächen**, die fenkrecht zu demfelben liegenden **Stofsflächen**. Die Durchdringungslinien diefer Steinflächen mit den Begrenzungsflächen des Mauerwerkes heifsen **Lagerfugen**, bezw. **Stofsfugen**. Unter den Stofsflächen werden mitunter diejenigen, welche im Aeufseren des Mauerwerkes nicht durch Fugenlinien kenntlich werden, als **Zwifchenflächen** bezeichnet. Es werden diefelben nur in einem Durchfchnitt fichtbar. Man nennt diefelben wohl auch **gedeckte Fugen** im Gegenfatz zu den äufserlich fichtbar werdenden **offenen Stofsfugen**. 14. Fugenflächen und Mauerfchichten.

Der Mauerabfchnitt zwifchen zwei fortlaufenden Lagerflächen heifst **Mauerfchicht** (Wölbfchicht). Durch die Lagerflächen wird der Hauptdruck von einer Schicht auf die benachbarte übertragen; defshalb hat man den Lagerflächen eine der Natur des Steinmateriales entfprechende Gröfse zu geben. Sie ift mindeftens fo grofs zu machen, dafs auch unter den ungünftigften Verhältniffen der Druck pro Flächeneinheit die zuläffige Beanfpruchung nicht überfteigt. Bei Verwendung von künftlichen Steinen hat man die Beftimmung diefer Gröfse allerdings nicht in der Hand. Die Druckfeftigkeit der Steine, quadratifche Druckfläche vorausgefetzt, nimmt

---

4) Siehe im vorliegenden Bande: Abth. III, Abfchn. 1, A: Wände.
5) Siehe Theil I, Band 1 diefes »Handbuches« (Art. 252, S. 231).
6) Siehe: Winkler, E. Die Lehre von der Elafticität und Feftigkeit etc. 1. Theil. Prag 1867. §. 12 (S. 8).

zu mit abnehmender Höhe; ſie nimmt auch noch unter Würfelhöhe zu [7]); daher iſt es zweckmäſsig, die Höhe oder Stärke einer Schicht, die der Höhe einer Stoſsfläche entſpricht, nicht gröſser als die kleinſte Dimenſion der Lagerfläche eines Steines zu nehmen, ſondern eher noch geringer.

Die Länge der Lagerfläche hängt von der Biegungsfeſtigkeit des Steinmateriales ab. Es kommt dieſe in Frage, weil beim Mauerwerk ſelten ganz präciſe Arbeit voraus-zuſetzen iſt und deſshalb einzelne Steine hohl zu liegen kommen können. Die Biegungsfeſtigkeit der Steine iſt bekanntlich ſehr gering und daher die Länge der Lagerflächen und mit dieſen die Länge der Steine eine entſprechend beſchränkte. Unter Berückſichtigung deſſelben Umſtandes darf auch die Stoſsfläche im Verhältniſs zur Lagerfläche nicht zu klein genommen werden. Daraus ergiebt ſich eine kurze gedrungene Form der Steine als die zweckmäſsigſte, wozu noch der früher beſprochene wünſchenswerthe Parallelismus der gegenüber liegenden Flächen tritt.

15. Wahl der Lagerflächen.

Wären alle Steinmaterialien von vollſtändig homogener Beſchaffenheit, ſo würden alle Seiten derſelben gleich gut im Stoff geeignet ſein, als Druck empfangende Lagerflächen zu dienen. Bei künſtlichen Steinen iſt dieſe Eigenſchaft vorauszuſetzen, und ſie kann bei dieſen auch beſchafft werden. Bei den zu Hochbauten zumeiſt verwendeten natürlichen Steinen, bei den geſchichteten Geſteinen, iſt dieſe Eigen-ſchaft in Folge der natürlichen Schichtung gewöhnlich aber nicht vorhanden. Es beſitzen dieſelben normal zur natürlichen Schichtung gröſsere Druckfeſtigkeit, als parallel zu derſelben. Man hat daher zu Lagerflächen die Bruch-Lagerflächen zu verwenden [8]).

16. Gröſse der Steine.

Die Rückſicht auf die innere Structur der Steine iſt zum Theile auch maſs-gebend für die Beſtimmung der Gröſse derſelben. Da nach den vorhin angegebenen Gründen die natürliche Schichtung immer normal zur Druckrichtung gelegt werden ſollte, ſo iſt die dieſer Richtung entſprechende Dimenſion des Steines, die Höhe oder Dicke deſſelben, abhängig von der Stärke der Gebirgsſchichten, von der Mächtigkeit der Bänke in den Steinbrüchen der Bezugsorte. Länge und Breite der Werkſtücke aus natürlichem Stein müſſen weiter zu ihrer Höhe in einem angemeſſenen Verhält-niſs ſtehen, das abhängig iſt von der Biegungsfeſtigkeit des betreffenden Materiales, wie dies ſchon früher ausgeführt wurde. Im Allgemeinen kann man wohl ſagen, daſs man bei nicht ſehr feſten Sand- und Kalkſteinen das Doppelte, bei feſten Sand- und Kalkſteinen das Dreifache, bei Marmor das Vierfache, bei Granit und ent-ſprechenden Materialien das Fünffache der Höhe zur Länge nehmen kann. Die Breite wird zwiſchen der einfachen und doppelten Höhe bemeſſen, darf aber nicht geringer als dieſe ſein (von Verblendungen mit Platten natürlich abgeſehen). — Bei den künſtlichen Steinen iſt die Gröſse abhängig von der Grenze, bis zu welcher man eine homogene und feſte Maſſe erzeugen kann.

Auſser von dieſen in der Natur der Materialien begründeten Bedingungen für die Gröſsenbeſtimmung der Steine iſt dieſelbe auch noch abhängig von der Möglich-keit des Transportes und von der Art des Verſetzens im Bau. Beim Verſetzen der Steine mit der Hand müſſen die Steine handlich bleiben, dürfen alſo ein gewiſſes Gewicht nicht überſchreiten, während ſonſt das gröſste zuläſſige Gewicht von der Leiſtungsfähigkeit der zur Verfügung ſtehenden Hebemaſchinen abhängig iſt.

---

[7]) Siehe: BAUSCHINGER, J. Mittheilungen aus dem mechaniſch-techniſchen Laboratorium der k. polytechniſchen Schule in München. VI. Heft. München 1876. S. 7.

[8]) Die natürliche Schichtung wird mitunter auch das Loos genannt.

Aus der Erfahrung hat fich ergeben, dafs man bei den in der Baupraxis bevorzugten, regelmäfsig fpaltenden Steinen am folideften, bequemften und billigften in Schichten mit durchgehenden parallelen Lagerflächen mauert, d. h. indem man eine Anzahl gleich hoher Steine in einer Schicht vereinigt. Bei lothrechten Mauern hält man aufserdem noch horizontale ebene Lagerflächen für praktifch [9]). Werden bei Verwendung von Mörteln hierbei noch die Mörtelbänder zwifchen den Schichten von durchgehends gleicher Dicke gehalten, fo erzielt man dabei noch ein möglichft gleichmäfsiges Setzen, das innerhalb eines Mauerwerkes hauptfächlich durch die Zufammenpreffung des Mörtels und das Schwinden deffelben verurfacht wird. 17. Steinverband und Steinverbindung.

Trotz diefer praktifch zweckmäfsigen Anordnungen find in Folge von auf das Mauerwerk wirkenden Drücken Verfchiebungen einzelner Steine innerhalb deffelben möglich. So weit dies überhaupt angeht, find diefe Verfchiebungen auf zweierlei Weife zu verhindern:

a) Durch eine zweckmäfsige Aneinanderreihung oder Verkettung der Steine innerhalb einer Schicht und zweckmäfsige Zueinanderordnung der Stofsfugen einer Schicht zu denen einer folgenden; es ift dies der Steinverband.

b) Durch Hinzuziehung von Hilfsmitteln, die eine ifolirte Bewegung einzelner Steine in einer Schicht unabhängig von einer anderen durch Befeftigung der Steine unter einander verhüten follen. Wir wollen die Arten diefer Befeftigungen als Steinverbindungen [10]) bezeichnen. Es können diefelben auf dreierlei Weife hergeftellt werden:

1) durch Verbindung mittels der fog. Bindemittel (Mörtel);

2) durch befondere Formung der Fugenflächen, und

3) durch befondere Hilfsftücke von Stein, Holz oder Metall.

Ift nur ein Hauptdruck vorhanden und liegen dabei die Lagerfugen theoretifch richtig, alfo normal zur Druckrichtung oder innerhalb der zuläffigen Abweichung von derfelben (z. B. bei lothrechten Mauern mit lothrechter Belaftung oder bei richtig conftruirten Gewölben), fo reicht man mit dem Steinverband aus. Eben fo wenn noch zufällige Beanfpruchungen (anders gerichtete Drücke oder Zugfpannungen) hinzutreten und auf diefe im Verband Rückficht genommen wird. In der Regel wird aber die unter b, 1 angeführte Verbindung durch den Mörtel hinzugezogen, und es wird diefe um fo wichtiger, je kleinftückiger, weniger gut bearbeitet oder unregelmäfsiger das Material ift. Es wird diefelbe unentbehrlich, wenn man überflüffige Mauerftärken vermeiden will bei nicht richtiger Lage der Lagerflächen zur Druckrichtung und wenn mögliche zufällige Beanfpruchungen im Verbande nicht genügend berückfichtigt find. Es werden dann häufig noch die unter b, 2 und b, 3 angeführten Verbindungen angewendet. Die blofse Verwendung der Verbindungen ohne einen Verband kommt bei rationellen Stein-Conftructionen nicht vor, abgefehen natürlich von den fchon mehrfach erwähnten Conftructionen, deren Exiftenz auf der blofsen Verbindung durch Mörtel beruht oder die ganz aus derartigen Bindemitteln beftehen (Gufs- und Stampfmaffen).

Die Verbindungen werden fpäter (in Kap. 3) näher zu erörtern fein; dagegen follen jetzt fchon die allgemeinen Grundfätze für die Steinverbände feft geftellt werden.

---

9) Da bei lothrechten Mauern der Hauptdruck meift vertical ift, fo empfiehlt fich, den Auseinanderfetzungen in Art. 13 (S. 13) entfprechend, auch vom theoretifchen Standpunkte aus die horizontale Lage der Lagerflächen.

10) Analog der Unterfcheidung von Holzverband und Holzverbindung.

18. Grundfätze für den Steinverband.

Als Aufgabe des Verbandes war die Verhütung von Verfchiebungen einzelner Steine bezeichnet worden. Denken wir uns ein Mauerwerk durch einen ifolirten Hauptdruck $D$ beanfprucht und die Steine in der in Fig. 1 angegebenen Weife angeordnet, alfo mit in verticalem Sinne durchgehenden Stofsflächen, fo wird von der Mauer nur der fchraffirte Theil durch $D$ in Anfpruch genommen. Es könnten fich in demfelben die Steine unabhängig von den benachbarten bewegen; an einer Bewegung würden fie höchftens durch Reibung in den Stofsfugenflächen gehemmt. Wir haben keinen Verband. Ordnen wir dagegen die Steine in der in Fig. 2 angenommenen Weife an, fo haben wir einen Verband; denn es können nun durch den

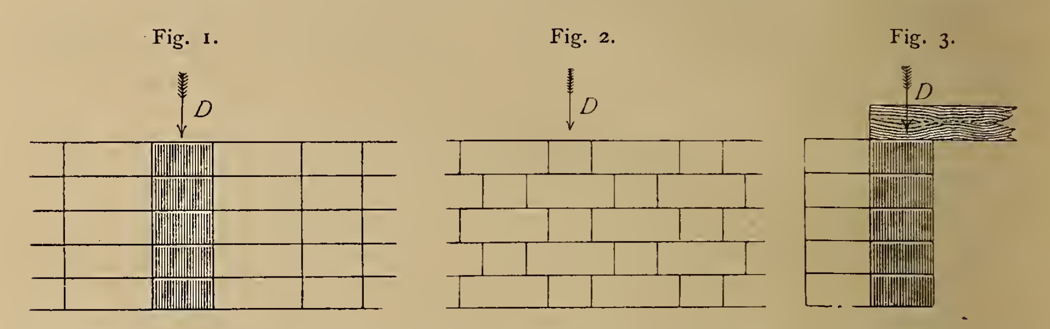


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Druck $D$ nicht mehr blofs einzelne, unmittelbar lothrecht über einander liegende Steine verrückt werden; fondern an einer etwaigen Verrückung müffte eine ganze Zahl von benachbarten theilnehmen. Es wird hierbei gleichzeitig etwas anderes Wichtiges erreicht: der ifolirte Druck $D$ wird auf einen gröfseren Theil der Mauer vertheilt, ein einzelner Stein in derfelben viel weniger auf Zerdrücken in Anfpruch genommen.

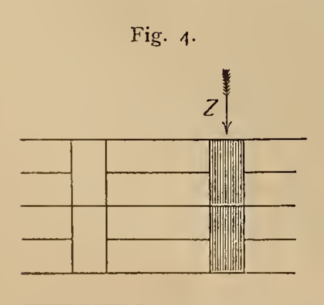
Ifolirte Hauptdrücke kommen bei Hochbauten öfters vor, z. B. bei den einzelnen Balken einer Balkenlage ohne Mauerlatte, bei Tragbalken einer Decken-Conftruction, bei Bindern der Dachwerke, bei Säulenftellungen etc.

Denken wir uns ferner den Fall, dafs ein ifolirter Hauptdruck nicht in der ganzen Stärke einer Mauer zur Wirkung gelangt, wie in Fig. 3 (Querfchnitt in Richtung der Mauerdicke) angenommen, fo wird eine Längsfpaltung der Mauer eintreten können, wenn derfelben nicht durch einen Verband in Richtung der Stärke der Mauer vorgebeugt wird.

Zu den Hauptdrücken, mögen fie nun gleichmäfsig vertheilt oder ifolirt auftreten, kommen häufig noch zufällige Beanfpruchungen hinzu, und zwar:

1) Solche normal zur Richtung des Hauptdruckes und normal zur Anfichtsfläche des Mauerwerkes (Stöfse etc., $Z$ in Fig. 4); gehen dabei die Stofsflächen durch die ganze Mauerdicke hindurch, wie in Fig. 4 (Auffícht auf eine Lagerfläche) angenommen, fo werden die zwifchen zwei Stofsflächen gelegenen Steine allein beanfprucht und durch die Mauer gefchoben werden können, ohne daran durch ihre Nachbarn gehindert zu fein. Dem würde auch durch einen Verband abgeholfen werden können [11].

Fig. 4.




2) Kräfte, gleichfalls normal zur Richtung des Hauptdruckes, aber parallel zur Anfichtsfläche des Mauerwerkes,

[11]) Es mufs hier angeführt werden, dafs man doch, aus praktifchen Gründen, vielfach die Stofsflächen durch die Mauerftärke hindurchlaufen läfft, dafür aber oft Steinverbindungen hinzuzieht.

die von partiellen Senkungen, Erfchütterungen etc. herrühren und als Druck- oder Zugfpannungen auftreten können. Auch in diefen Fällen wirkt ein Verband günftig für den Zufammenhalt des Mauerwerkes.

Eine Bewegung der Schichten über einander in Folge von fo gerichteten Kräften ift dadurch aber noch nicht ausgefchloffen und nur durch Aufgeben der Mauerung in Schichten oder durch Anwendung von Steinverbindungen zu verhüten.

Von den Urfachen, welche Längsfpannungen in einem Mauerwerk hervorrufen, mufs eine, als bisher zu wenig beachtet und erkannt, hier befonders hervorgehoben werden. Es ift dies die Ausdehnung und Zufammenziehung des Steinmaterials bei Temperatur-Zu- und -Abnahme. Es ift diefe Veränderlichkeit des Volums durchaus nicht unbedeutend, wie aus den unten mitgetheilten Zahlen hervorgeht. (Der Ausdehnungs-Coefficient für Sandftein nähert fich, der für Portland-Cement-Sand-Mörtel ift gleich dem von Eifen, und der von Gyps ift fogar gröfser.) Durch diefelbe können bei lang ausgedehnten Mauerwerken Verfchiebungen von Steinen und Riffe entftehen; desgleichen können dann, wenn die Mauerenden feft gehalten find, gefährliche Ausbauchungen fich bilden. Es mögen derartige Erfcheinungen, für die man fonft keine genügende Urfache nachweifen konnte, oft auf diefe Veränderlichkeit der faft allgemein für volumbeftändig gehaltenen Stein- und Mörtel-Materialien zurückgeführt werden können.

Die umfaffendften Verfuche über die Ausdehnung der Mauerwerke, welche dem Verfaffer bis jetzt bekannt geworden find, find diejenigen *Bouniceau's*[12]. Als Mittelwerthe aus je zwei Verfuchen giebt derfelbe folgende Ausdehnungs-Coefficienten an (lineare Ausdehnung für 1 Grad C.[13]):

| | |
|---|---|
| Gufs aus reinem Portland-Cement | 0,0000107 |
| Gufs aus Portland-Cement-Mörtel (1 Theil Cement, 2 Theile Quarzfand) | 0,0000118 |
| Backfteinmauerwerk in Portland-Cement-Mörtel (die Ziegel als Binder verlegt) | 0,0000089 |
| Daffelbe (die Ziegel als Läufer verlegt) | 0,0000046 |
| Portland-Cement-Beton | 0,0000143 |
| Kalkfteinquader von Ranville | 0,0000075 |
| Desgl. von der Maladrerie bei Caen | 0,0000089 |
| Granitquader von Diélette | 0,0000079 |
| Marmor | 0,0000054 |
| Weifser Gypsgufs | 0,0000166. |

Als Mittel zur Verhinderung der fchädlichen Wirkung der Ausdehnung der Steine durch Temperaturerhöhung fchlägt *Bouniceau* vor, bei lang ausgedehnten Mauer-Conftructionen, wie z. B. Umfaffungsmauern, Quaimauern etc., in Intervallen Schlitze von einigen Millimeter oder Centimeter Breite einzufchalten.

Aus den gegebenen Beifpielen ergiebt fich als erfter allgemeiner Hauptgrundfatz für die Steinverbände, dafs in zwei auf einander folgenden Schichten keine Stofsflächen auf einander treffen dürfen, fondern gegenfeitig verfetzt fein müffen, und dafs ferner auch in der Richtung der Stärke und Länge des Mauerwerkes wo möglich keine Stofsflächen ganz durchlaufen follten.

Berückfichtigt man weiter, dafs die Feftigkeit eines Verbandes nicht allein von der Anordnung der Stofsfugen abhängen kann, fondern auch von der eigenen Feftigkeit der einzelnen Steine abhängig fein mufs, und dafs in den Stofsfugen, wenn

[12]) Mitgetheilt in: *Annales des ponts et chauffées* 1863, 1. Sem., S. 178.

[13]) Des Vergleiches wegen feien aus Theil I, Band 1 diefes »Handbuches«, Art. 163 (S. 184) die Ausdehnungs-Coefficienten für Eifen (auf 1 Grad C. umgerechnet) wiederholt:

| | |
|---|---|
| Gufseifen | 0,0000132 |
| Schmiedeeifen | 0,0000145 |
| Stahl | 0,0000135. |

keine künftlichen Verbindungen zwifchen den Steinen angewendet find, irgend welche Feftigkeit nicht vorhanden ift, fo läfft fich weiter als zweiter Grundfatz für die Steinverbände folgern, dafs ein Verband um fo fefter fein wird, je weniger Stofsflächen innerhalb der Ausdehnung diefes Mauerwerkes in eine zur Hauptdruckrichtung parallele Ebene fallen.

Diefen Grundfätzen kann man durch Verfchiedenheit der Dimenfionen der einzelnen Steine oder durch Verwendung verfchieden grofser Steine und durch verfchiedene Lage der gleich oder verfchieden grofsen Steine in den Schichten gerecht werden.

19. Benennung der Steine und Schichten.

Je nach der Anordnung der Steine in den Schichten erhalten diefelben verfchiedene Namen, die für alle Mauermaterialien giltig find und defshalb gleich hier aufgeführt werden können.

Diejenigen Steine, welche mit ihrer längften Seite in der Anfichtsfläche des Mauerwerkes oder parallel zu derfelben liegen, heifsen Läufer. Dagegen nennt man die Steine, welche mit ihrer Länge in das Mauerwerk eingreifen oder tiefer in daffelbe hineinreichen, als die über oder unter ihnen liegenden Steine, diefelben alfo überbinden, Binder. In demfelben Sinne wird auch die Bezeichnung Strecker verwendet, die man mitunter aber auch nur auf Binder bezieht, welche durch die ganze Conftructionsftärke hindurchreichen. Für diefen Fall werden aber auch die Namen Durchbinder oder Ankerfteine benutzt [14]).

Schichten, die nur aus Läufern oder nur aus Bindern zufammengefetzt find, oder wenigftens in der Mauerfläche als fo zufammengefetzt zur Erfcheinung gelangen, heifsen Läufer-, bezw. Binderfchichten.

Die in der Anfichtsfläche des Mauerwerkes liegende Fläche des Steines, die alfo einen Theil der erfteren bildet, nennt man das Haupt oder die Anfichtsfläche. Mit diefer Bezeichnung in Zufammenhang fteht die Benennung von Verbandmauerwerken, bei denen nur eine oder alle beiden Langfeiten zur äufseren Erfcheinung gelangen, als einhäuptige und zweihäuptige. In demfelben Sinne gebraucht man auch die Benennungen Stirn- und Kopfflächen. Bei den Lagerflächen unterfcheidet man das obere und das untere Lager.

Die Längenrichtung der Aufsenfeite einer Mauer nennt man die Flucht derfelben.

---

2. Kapitel.

## Steinverband.

20. Allgemeines.

Aus den Erörterungen des 1. Kapitels ergab fich die kurze, parallelepipedifche Geftalt der Steine als die zweckmäfsigfte zur Herftellung eines regelrechten Steinverbandes. Halten wir dann weiter feft, dafs es Aufgabe des letzteren ift, die Steine innerhalb einer Schicht fowohl, als auch in Beziehung zu den benachbarten Schichten zweckmäfsig zu einander zu ordnen, fo leuchtet ein, dafs bei einer blofs theoretifchen Befprechung der Steinverbände die abfolute Gröfse der Stücke nicht in Betracht zu kommen hätte, während das Verhältnifs der drei Dimenfionen eines parallelepipedifchen Stückes zu einander eine grofse Rolle fpielen mufs. In der Praxis kommt

[14]) Da die Bezeichnung »Strecker« auch manchmal für Läufer verwendet wird, fo erfcheint es zweckmäfsig, diefelbe ganz zu vermeiden.

aber die abſolute Gröſse der Stücke für den Verband in ſo fern in Betracht, als man bei Herſtellung eines Mauerwerkes aus den gröſseren natürlichen Steinen mit einfacheren Anordnungen in der Regel ausreicht, während bei Anfertigung deſſelben Mauerwerkes aus den kleineren künſtlichen Steinen die Verbandregeln in voller Ausdehnung zur Anwendung gelangen müſſen. Ferner iſt zu berückſichtigen, daſs die gröſseren Stücke bereits durch ihr Eigengewicht eine geſicherte Lage bekommen, daſs bei ihnen ſchon aus dieſem Grunde eine laxere Behandlung des Verbandes zuläſſiger erſcheint, als bei kleinen Steinen, die ſelbſt durch geringe Stöſse aus ihrer Lage verrückt werden können. Es folgt hieraus, daſs eine Erörterung der Verbände namentlich mit Rückſicht auf die kleinſtückigen künſtlichen Steine zu erfolgen hat. Dies wird noch mehr begründet dadurch, daſs für die künſtlichen Steine die Dimenſionen und die Verhältniſſe derſelben unter einander ein für allemal feſt geſtellt werden können, und zwar mit Rückſicht auf Ermöglichung eines regelrechten Verbandes, während für die natürlichen Steine die Dimenſionen bei jedem Bau innerhalb gewiſſer, durch die Verhältniſſe der Steinbrüche gegebenen Grenzen an den meiſten Orten beliebig beſtimmt werden.

Aus den angeführten Gründen ſcheint es zweckmäſsig, an der Praxis früherer Lehrbücher feſt zu halten und die Steinverbände zunächſt für die noch immer am häufigſten verwendeten Backſteine zu beſprechen.

### a) Steinverbände für Mauerwerke aus Backſteinen.

21. Dimenſionen der Backſteine.

Um einen regelrechten Mauerverband herſtellen zu können, iſt es nothwendig, daſs man die Backſteine nach allen drei zu einander ſenkrechten Richtungen an einander ſchieben kann, ohne daſs ſich irgend welche ſtörenden Vorſprünge ergeben. Dies iſt möglich, wenn im Allgemeinen die Länge $l$ des Steines gleich iſt der doppelten Breite $b$ und die Breite gleich der doppelten Dicke $h$, wenn alſo zwiſchen den Dimenſionen die Proportion

$$h : b : l = 1 : 2 : 4$$

vorhanden iſt. Auch bei ſorgfältiger Fabrikation ſind aber kleine Differenzen zwiſchen den Steinen eines und deſſelben Brandes, eben ſo wie kleine Unebenheiten gewöhnlich nicht zu vermeiden; ferner müſſen die Backſteine mit einem Mörtel vermauert werden, ſo daſs alſo zwiſchen den einzelnen Steinen ein Zwiſchenraum, die Fugendicke (6 bis 15 mm), die wir mit $f$ bezeichnen wollen, ſich ergiebt, was bei der Proportionirung der Steine zu berückſichtigen iſt. Aus Fig. 5 u. 6, worin die Lagen, in welchen die Mauerſteine zu einander gelegt werden können, dargeſtellt ſind, ergeben ſich dann folgende Beziehungen:

Fig. 5.

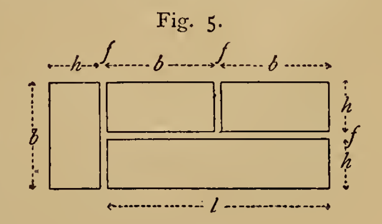



Fig. 6.

$$l = 2b + f = 4h + 3f;$$

$$b = 2h + f = \frac{l - f}{2};$$

$$h = \frac{b - f}{2} = \frac{l - 3f}{4}.$$

Das Format der Backſteine iſt durch dieſe Beziehungen genau beſtimmt, wenn man eine immer einzuhaltende Fugendicke und eine der drei Dimenſionen feſt ſtellt.

Zu letzterer eignet fich am beften die Dicke *h* der Steine, weil diefe ein gewiffes Mafs nicht überfchreiten darf, fobald die Steine beim Brennen eine durchweg gute Qualität erhalten follen. Der »Deutfche Verein für Fabrikation von Ziegeln, Thonwaaren, Kalk und Cement« hat[15]) als Maximalmafs in diefer Beziehung 65 mm bezeichnet. Nimmt man eine Fugendicke von 10 mm an, fo ergeben fich dann nach obigen Formeln für diefe Dicke die Dimenfionen

$$h = 65 \text{ mm}, \quad b = 140 \text{ mm} \quad \text{und} \quad l = 290 \text{ mm}.$$

Es find dies die Dimenfionen des neuen öfterreichifchen Normal-Ziegelformates[16]).

Diefes öfterreichifche Format ift alfo in Rückficht auf den Verband ein theoretifch ganz richtiges, das aber aus hier nicht weiter zu erörternden Gründen als ziemlich grofs erfcheint. Im Gebiete des ehemaligen Norddeutfchen Bundes hielt man ein kleineres Format für zweckmäfsiger und beftimmte daffelbe zu

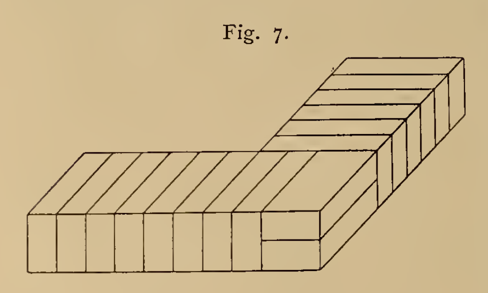
$$h = 65 \text{ mm}, \quad b = 120 \text{ mm} \quad \text{und} \quad l = 250 \text{ mm},$$

unter Zugrundelegung einer Stofsfugendicke von 10 mm. Die Mehrzahl der deutfchen Regierungen hat diefes deutfche Normal-Ziegelformat[17]) für die Staatsbauten vorgefchrieben; auch hat es fich im Privatbau fehr viel Eingang verfchafft, obgleich auch noch immer gröfsere Formate (fo in Bayern) und kleinere (theilweife in Norddeutfchland) angewendet werden.

Bei diefem deutfchen Normal-Ziegelformat ift die Länge das Doppelte der Breite plus einer Fugenftärke, während die zu diefem Format nach obigen Formeln zugehörige Steindicke anftatt 65 mm nur 55 mm betragen dürfte.

Diefe Unrichtigkeit des Formates macht fich geltend, wenn die fog. Rollfchichten mit Läufer- oder Binderfchichten in Verband treten follen. Unter einer Rollfchicht verfteht man eine folche Schicht, deren Höhe gleich der Ziegelbreite ift und bei welcher die Steine mit ihrer Länge normal zur Mauerflucht liegen (Fig. 7). Der Formatfehler zeigt fich darin, dafs zwei flach über einander gelegte Steine mit einer Lagerfuge zwifchen fich die Rollfchicht um 20 mm überragen müffen, was namentlich im Backftein-Rohbau unangenehm werden kann, in welchem bei der Bildung von Sockelmauern und Gefimfen häufig der Fall eintritt, dafs Rollfchichten mit Flachfchichten in Verband zu treten haben. Man hat aber die fo fich ergebenden Uebelftände anderen Gründen gegenüber doch nicht erheblich genug erachtet, um das Format anders zu bilden[18]).

Fig. 7.



Bei Mauerwerk aus Flachfchichten ift keine Nothwendigkeit vorhanden, die Dicke der Lagerfugen gleich jener der Stofsfugen zu halten. Für die gewöhnlichen Mauerfteine (ordinäre Backfteine) ift eine Lagerfuge von 10 mm Dicke etwas wenig; nimmt man diefelbe zu ca. 12 mm an, fo erreicht man den Vortheil, dafs auf 1 m Höhe eine beftimmte Anzahl von Schichten, nämlich 13 folcher kommen[19]).

22. Steintheile.

Um regelrechte Verbände bilden zu können, genügen nicht die ganzen Steine allein; fondern es find noch Stücke derfelben nothwendig, die durch Halbirung und

15) In der Generalverfammlung zu Berlin am 8. u. 9. Februar 1869.

16) Befchlufs des öfterreichifchen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1874.

17) Zuerft vorgefchlagen vom erwähnten »Deutfchen Verein für Fabrikation von Ziegeln, Thonwaaren etc.«

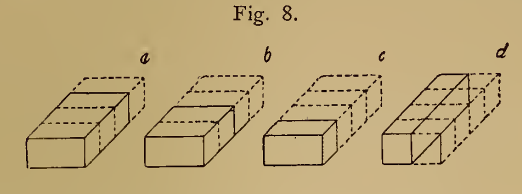
18) Genaueres über Feftftellung eines guten Backfteinformates und über die Beftimmung des deutfchen Normalformates fiehe in: Deutfche Bauz. 1869, S. 146, 257, 269 u. 281.

19) Ueber die daraus refultirende einfache Maffenberechnung fiehe: Deutfche Bauz. 1869, S. 630.

Viertheilung gebildet werden. Die Bezeichnung für diefe Steintheile ift in den verfchiedenen Gegenden Deutfchlands etwas verfchieden. Wir wollen die folgende Bezeichnungsweife, welche uns als die confequentefte und am wenigften zu Verwechfelungen Anlafs gebende erfcheint, für künftighin adoptiren:

1) ein Stück von der vollen Steinbreite und drei Viertel der Länge = Dreiquartier (Dreiviertelftein, Fig. 8 *a*);

Fig. 8.




2) ein Stück von der vollen Steinbreite und zwei Viertel der Länge = Zweiquartier (halber Stein, Fig. 8 *b*);

3) ein Stück von der vollen Steinbreite und ein Viertel der Länge = Quartier (Einquartier, Fig. 8 *c*[20]);

4) ein Stück von der ganzen Steinlänge und halber Breite = Längsquartier (langes Quartier, Riemchen, Riemftück, Riemenftein, Fig. 8 *d*[21]).

Diefe Stücke müffen leider gewöhnlich durch Behauen und Spalten der ganzen Steine hergeftellt werden, wodurch fich viel Bruch ergiebt, abgefehen davon, dafs durch die ftarken Erfchütterungen hierbei die Feftigkeit des Materiales leidet. Die Mafchinenfteine laffen fich häufig gar nicht in regelmäfsige Stücke zerfchlagen. Defswegen wäre es zweckmäfsig, wenn die Ziegeleien folche Theilftücke geformt auf Lager halten würden.

Um nicht unnützen Verhau zu bekommen, macht man die Mauerftärken immer als ein Vielfaches der Steinbreiten und benennt fie dem entfprechend. Man fpricht von ½ Stein, 1 Stein, 1½ Stein, 2 Stein etc. ftarken Mauern.

Unter Zugrundelegung des deutfchen Normal-Ziegelformates und einer Dicke der Zwifchenfugen von 10 mm ergeben fich dann folgende Mauerftärken:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ½ | Stein | ftarke | Mauer | = 120 | mm | dick, |
| 1 | » | » | » | = 250 | » | » |
| 1½ | » | » | » | = 380 | » | » |
| 2 | » | » | » | = 510 | » | » |
| 2½ | » | » | » | = 640 | » | » |

etc., ftets eine Zunahme von 130 mm für ½ Stein.

Würde man geformte Dreiquartiere beziehen können, fo wäre man in der Lage, die Mauerftärken auch um ¼ Steinlängen (halbe Steinbreiten) abftufen zu können.

Es giebt eine ziemliche Zahl von Verbandanordnungen für Backfteine, die nicht alle gleichen Werth befitzen. Als Hauptregeln für einen guten Verband mögen die folgenden angeführt werden; fie entfprechen theils den theoretifchen Erörterungen des 1. Kapitels; theils find fie praktifchen Rückfichten entfprungen: 23. Regeln für den Verband.

1) Stofsfugen dürfen in auf einander folgenden Schichten fich nur kreuzen, aber nie auf einander treffen; es mufs immer eine Ueberbindung der Steine von mindeftens ¼ Steinlänge (½ Steinbreite) ftattfinden. Ein Verband wird im Allgemeinen um fo beffer fein, je weniger Stofsfugen einer Mauer in eine lothrechte Ebene fallen.

2) Im Inneren der Mauer find wo möglich nur Binder zu verwenden, damit der Tiefe nach eine Ueberbindung der Steine um ½ Steinlänge (1 Steinbreite) fich ergiebt.

---

20) Die Bezeichnung Quartier wird auch noch für kleinere Stücke verwendet.

21) Ein Längsquartier wird häufig auch Kopfftück benannt; doch dürfte es zweckmäfsig fein, diefe Bezeichnung zu vermeiden, da diefelbe auch für die Zweiquartiere zur Verwendung kommt.

3) Eine Mauer mufs möglichft viele ganze Steine enthalten; Steintheile dürfen nur zur Einrichtung der Verbandordnung Verwendung finden.

Die Lehre von den Steinverbänden ift am meiften in Deutfchland ausgebildet worden; in England und Frankreich finden fich zwar diefelben Verbände; man fcheint aber in diefen Ländern nicht denfelben Werth auf eine theoretifch richtige Durchbildung derfelben zu legen, als dies in unferen Lehrbüchern meift gefchieht. In der praktifchen Anwendung werden aber häufig genug auch bei uns die Regeln aufser Acht gelaffen.

### 1) Arten des Backfteinverbandes.

24. Aeufsere Erfcheinung.

Wenn auch die Anwendung der verfchiedenen Verbände zum Theile von der Mauerftärke abhängig ift und bei Verwendung eines und deffelben Verbandes für verfchiedene Mauerftärken fich befondere Regeln aufftellen laffen, fo bieten diefelben doch fchon in der äufseren Anficht der mit ihnen hergeftellten Mauern charakteriftifche Eigenthümlichkeiten, die in der verfchiedenen Anordnung der Binder und Läufer in den Schichten und in der Anordnung der Schichten zu einander fich erkennen laffen. Hiernach follen die verfchiedenen Verbände zunächft überfichtlich zufammengeftellt werden.

Eine maffive Mauer zeigt äufserlich:

α) Nur Läufer in allen Schichten (Fig. 9[22]) — Schornfteinverband; derfelbe wird nur verwendet bei ½ Stein ftarken Mauern; man könnte ihn auch Läuferverband nennen.

β) Nur Binderköpfe in allen Schichten (Fig. 10). Es wird diefer Verband mitunter Kopfverband oder Streckerverband genannt; da aber die Bezeichnungen Kopf und Strecker (fiehe Art. 19 u. 22) in verfchiedenem Sinne verwendet werden, fo ift es vielleicht beffer, den (allerdings etwas fonderbar klingenden) Namen Binderverband zu gebrauchen.

γ) Periodifcher Wechfel von Läufer- und Binderfchichten:



𝔄) regelmäfsiger Wechfel:

𝔞) die Läufer immer lothrecht über einander (Fig. 11) — Blockverband;

𝔟) die Läufer in einer Schicht um die andere um ½ Steinlänge verfchoben (Fig. 12) — Kreuzverband;

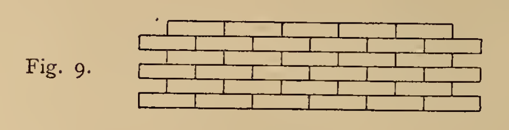


Fig. 9.

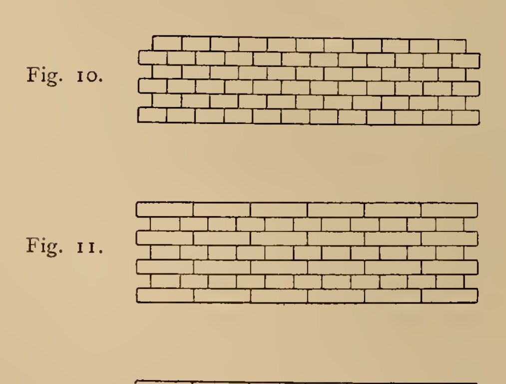


Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

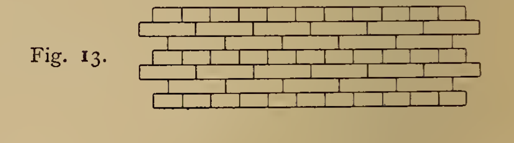


Fig. 13.

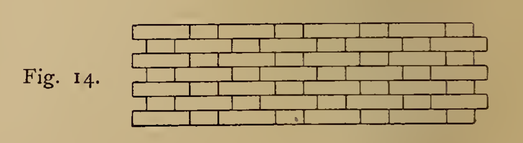


Fig. 14.

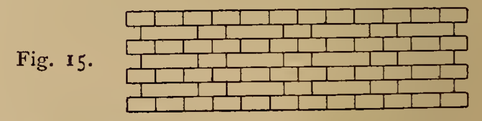


Fig. 15.

[22]) Sämmtliche Backfteinverbände find im Mafsftabe 1 m = 3 cm dargeftellt.

𝔅) auf 1 Binderfchicht 2, 3 oder mehr Läuferfchichten folgend (Fig. 13) — englifcher Verband. Nach *Rankine* wird der in Fig. 13 dargeftellte Verband, bei dem auf 1 Binderfchicht 2 Läuferfchichten folgen, in England für gewöhnliche Fälle als der befte gehalten.

𝔡) Läufer und Binder in allen Schichten (Fig. 14) — polnifcher oder gothifcher Verband (in England flämifcher Verband genannt).

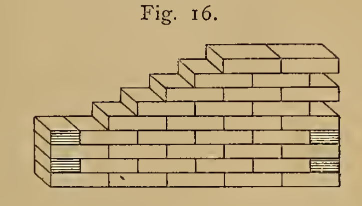
𝔢) Binderfchichten wechfeln mit Schichten, in welchen Läufer und Binder vorkommen (Fig. 15) — holländifcher Verband.

Bei allen diefen Verbänden liegen die Steine normal zur Mauerflucht. Für fehr ftarke Mauern würde noch ein Verband hier anzuführen fein, der äufserlich das Block- oder Kreuzverbandmufter zeigt, im Inneren aber fich kreuzende Schräglagen von Steinen aufweist. Es ift dies der fog. Strom- oder Feftungs-Verband. Aufserdem ift noch der figurirte Verband zu erwähnen, deffen Anordnung fehr verfchieden fein kann und mehr mit Rückficht auf Decoration, als richtige Conftruction getroffen wird.

Wir übergehen nun zur Befprechung der einzelnen Verbände für verfchiedene Mauerftärken und der lothrechten Endigungen der Mauern.

Beim Läufer- oder Schornfteinverband ergiebt die Steinbreite die Mauerdicke, und der regelrechte Verband ift einfach durch Verfchiebung der Steine in einer Schicht um die andere um $^1/_2$ Steinlänge zu erzielen. In jeder Schicht find nur Läufer vorhanden, die einander um das gröfstmögliche Stück, nämlich um $^1/_2$ Steinlänge überbinden. Die lothrechte Endigung der Mauer befchafft man in einfachfter Weife durch Anordnung von Zweiquartieren an einem Ende derfelben, und wenn die Länge der Mauer einer Anzahl von ganzen Steinlängen entfpricht, an allen beiden Enden in der zweiten, vierten, fechsten etc. Schicht (Fig. 16). Durch die Zweiquartiere wird der Verband eingerichtet. Ift die Länge der Mauer gleich einer Anzahl ganzer Steine plus einem halben, fo kommen die Zweiquartiere an den Enden in verfchiedene Schichten zu liegen, während bei Mauerlängen, die eine Anzahl ganzer Steine plus $^1/_4$ oder $^3/_4$ Steinlänge meffen, zur Endigung derfelben auf einer Seite abwechfelnd Quartiere und Dreiquartiere erforderlich werden. 25. Läuferverband.

Fig. 16.



Die unvollendete Endigung der Mauer auf der rechten Seite in Fig. 16 nennt man eine Verzahnung, die auf der linken Seite eine Abtreppung.

Fig. 18 zeigt die Anwendung des Binderverbandes auf eine 1 Stein ftarke Mauer, die üblichfte Anwendung deffelben. Alle Stofsfugen laufen durch die Mauer hindurch, die nur aus ganzen Steinen gebildet wird, die aber alle nur um $^1/_4$ Steinlänge fich überbinden, worin die Schwäche diefes Verbandes liegt. Auf der linken Seite der Figur find Abtreppung und Verzahnung erfichtlich, während die rechte Seite den lothrechten Abfchlufs der Mauer zeigt mit Zuhilfenahme von 2 als Läufer 26. Binderverband.

Fig. 17.

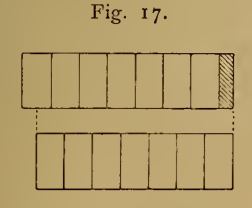


Fig. 18.

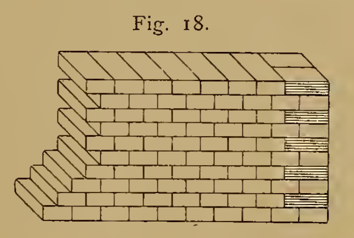
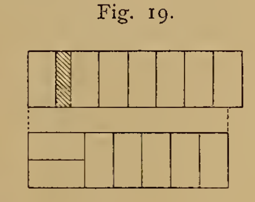


Fig. 19.



angeordneten Dreiquartieren in einer Schicht um die andere. Es iſt dieſe Anordnung von Dreiquartieren jedenfalls beſſer, als die Verwendung der zerbrechlichen Längsquartiere zu demſelben Zwecke, die auf zweierlei Weiſe erfolgen kann, wie Fig. 17 u. 19 ausweiſen. Die Längsquartiere werden entweder an das Ende jeder Schicht gelegt, wo aber dieſe langen und ſchmalen Stücke leicht aus der Mauer herausgeſtoſsen werden können, oder ſie werden beſſer hinter die erſten Binder gelegt, wobei dann in der folgenden Schicht zwei ganze Steine als Läufer erforderlich werden. Die Längsquartiere werden von den Maurern gern durch kleine Bruchſtückchen erſetzt, was zu Ungunſten derſelben hier noch anzuführen iſt. Da nun die Anwendung der Dreiquartiere, als der gröſseren Stücke, auſserdem der Verwendung der Längsquartiere auf Grund der allgemeinen Geſetze für die Verbände vorzuziehen iſt, ſo ſoll künftighin von der letzteren nur noch ausnahmsweiſe die Rede ſein.

Für fortificatoriſche Zwecke kommt vorſchriftsmäſsig der Binderverband auch bei ſtärkeren Mauern hie und da zur Anwendung (Fig. 20), jedenfalls in dem Gedanken, daſs eine Mauer dem feindlichen Feuer gröſseren und längeren Widerſtand entgegenſetzen werde, wenn die Front aus möglichſt viel groſsen Stücken zuſammengeſetzt ſei, daſs die einzelnen Steine dem auftreffenden Geſchoſs beſſer die kurze Seite, als die lange bieten und daſs bei einer ſolchen Anordnung, in Folge der kurzen Ueberbindung der Steine nach der Seite hin, die Wirkung des Schuſſes auf möglichſt kurze Strecken eingeſchränkt werde. Will man dieſe Vortheile ganz erreichen, ſo dürfen in der Front zur Herſtellung des Verbandes mit dem Inneren der Mauer nur Dreiquartiere zur Verwendung gelangen (Fig. 21), aber nicht Zweiquartiere (Fig. 22), wie dies in Verkennung der der Vorſchrift zu Grunde liegenden Abſicht mitunter geſchehen ſoll[23]).

Fig. 20.

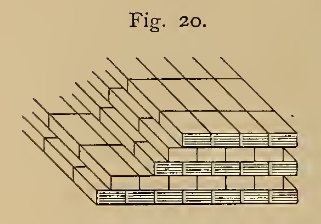


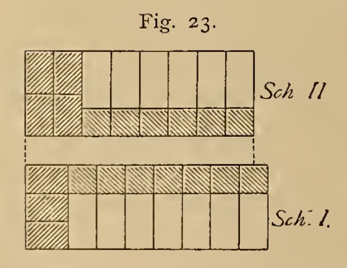
Fig. 21.

Fig. 22.

Auf die Verwendung dieſes Verbandes zur Verblendung von Mauern kommen wir in der Abth. III, Abſchn. 1, A zu ſprechen. Er iſt für den Backſtein-Rohbau von beſonderer Wichtigkeit. Doch verdient dieſer Verband wegen ſeiner Einfachheit und Bequemlichkeit auch ſonſt in geeigneten Fällen, namentlich bei im Ziegelbau ungeübten Maurern, öftere Verwendung.

Stärkere als 1 Stein dicke Mauern (für den gewöhnlichen Hochbau) können allerdings nur mit Hilfe von Zweiquartieren (als Beiſpiel iſt der Verband für eine $1^1/_2$ Stein ſtarke Mauer in Fig. 23 beigefügt) hergeſtellt werden, die entweder durch Halbirung der ganzen Steine oder durch beſondere Beſtellung in den Ziegeleien zu beſchaffen ſind. In dieſer Nothwendigkeit, halbe Steine verwenden zu müſſen, liegt der Grund dafür, warum dieſer Verband für ſtärkere Mauern nicht oft zur Verwendung gelangt. Es liegt ſehr nahe, zwei neben einander liegende halbe Steine durch einen ganzen zu erſetzen, und man wird ſo ganz von ſelbſt auf den Block- und den Kreuzverband geführt, die ſich nur äuſserlich vom Binderverband unterſcheiden.

Fig. 23.




27. Blockverband.

Der Blockverband kann für die verſchiedenſten Mauerſtärken verwendet werden. Es folgt bei ihm auf eine Binderſchicht immer eine Läuferſchicht, deren Stoſsfugen gegen die der erſteren um $^1/_4$ Steinlänge verſchoben ſind. Die Stoſsfugen der Läuferſchichten liegen lothrecht über einander. In Fig. 24 iſt eine 1 Stein ſtarke Mauer im Blockverband dargeſtellt, links mit Abtreppung und Verzahnung, rechts mit der lothrechten Endigung.

23) Siehe: HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1872, S. 131.

Fig. 24.

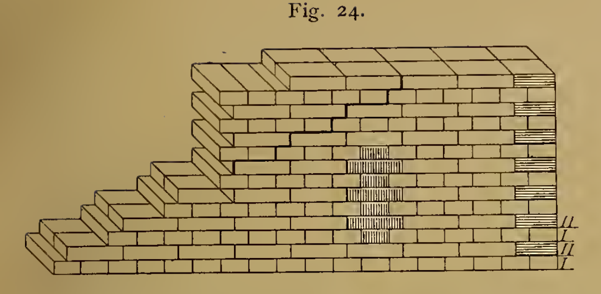
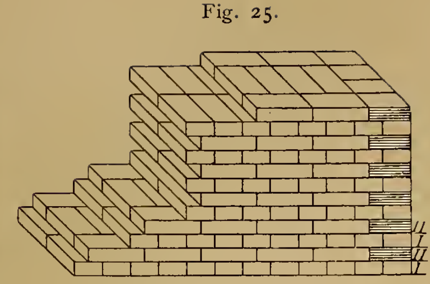


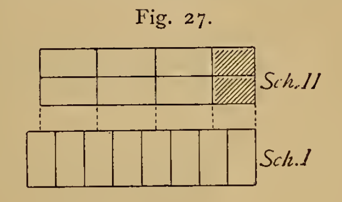

Fig. 25.




Die Abtreppung zeigt ungleich breite Stufen, wechfelnd in den Breiten von $^1/_4$ Stein und $^3/_4$ Stein. Die Verzahnung zeigt gleichmäfsig $^1/_4$ Stein tiefe Lücken.

Die lothrechte Endigung ift durch Einlegen von 2 Dreiquartieren an den Enden der Läuferfchichten erzielt (Fig. 27); das Anfichtsmufter ift fchraffirt angegeben. Die lothrechte Endigung kann auch durch Einlegen von Längsquartieren hinter den erften Bindern der Binderfchichten hergeftellt werden (Fig. 26). Die Verwendung von Dreiquartieren ift aber aus den früher angegebenen Gründen vorzuziehen.

Fig. 26.

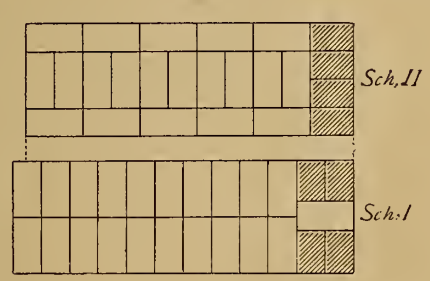


Bei der 2 Stein ftarken Mauer (Fig. 25 u. 28) find beide Aufsenfeiten gleich denen der 1 Stein ftarken Mauer gebildet. In den Binderfchichten liegen zwei Reihen Binder hinter einander und bilden fo die Mauerdicke; die Stofsfugen der Binder treffen auf einander; fie gehen in einer Linie durch die Mauer hindurch: fie fchneiden fich. In den Läuferfchichten liegen nur Läufer an den Aufsenfeiten der Mauer; der Zwifchenraum zwifchen denfelben wird durch eine Reihe Binder ausgefüllt, die fo gelegt find, dafs die im Mauerhaupt fichtbar werdenden Stofsfugen auch in diefer Schicht durch die Mauer hindurchgehen und die Binder diefer Schicht gegen die der vorhergehenden um $^1/_4$ Steinlänge verfchoben find.

Fig. 27.



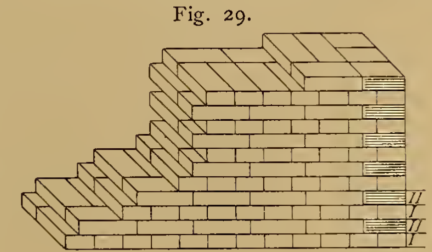
Fig. 28.




Die lothrechte Endigung der Mauer wird fo hergeftellt, dafs in den Läuferfchichten vier Dreiquartiere hinter einander liegen, in diefer Weife die Mauerdicke ergeben und den Verband einrichten. In den Binderfchichten find die erften beiden Binder jeder Seite nicht ganze Steine, fondern Dreiquartiere, zwifchen denen dann ein ganzer Stein den Reft der Mauerdicke ausfüllt, fo dafs auch an diefer Stelle keine Stofsfuge lothrecht durch mehrere Schichten durchgeht.

In ganz ähnlicher Weife geftaltet fich der Blockverband für die 3 Stein, 4 Stein etc. ftarken Mauern oder für alle diejenigen, deren Dicke einer Anzahl von ganzen Steinen oder einer geraden Anzahl von Steinbreiten entfpricht. Alle in den Aufsenfeiten fichtbaren Stofsfugen gehen durch die Mauer hindurch; in den Binderfchichten liegen fo viele Binder hinter einander, als die Mauerdicke verlangt, und im Inneren der Läuferfchichten eben fo viele Binder weniger

Fig. 29.



einem. Die lothrechte Mauerendigung wird dadurch erzielt, daſs am Ende der Läuferſchichten ſo viele Dreiquartiere, als die Mauerdicke Steinbreiten enthält, hinter einander als Läufer zu liegen kommen und an den Enden der Binderſchichten auf jeder Seite der Mauer ein Dreiquartier-Binderpaar und zwiſchen dieſen im Inneren ſo viele ganze Steine wie dazwiſchen gehen.

Bei den Mauern, die zur Dicke eine ungerade Zahl von Steinbreiten haben, alſo bei $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ etc. Stein ſtarken Mauern, ändert ſich der Blockverband in der Weiſe, daſs nicht eigentliche Binder- und Läuferſchichten mit einander abwechſeln, ſondern daſs alle Schichten einander gleich ſind und ſämmtlich Läuferreihen enthalten, nur dieſe regelmäſsig abwechſelnd auf entgegengeſetzten Seiten der Mauer. Bloſs die in den Läuferreihen ſichtbar werdenden Stoſsfugen gehen durch die ganze Mauerdicke hindurch. Es ſchneiden ſich alſo nicht alle Fugen. Fig. 29 giebt als Beiſpiel eine $1\frac{1}{2}$ Stein ſtarke Mauer.

Fig. 30.

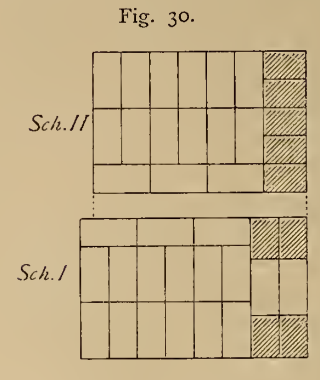
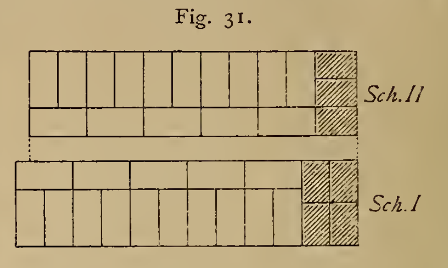



Fig. 31.




Ganz eben ſo werden die ſtärkeren Mauern gebildet, nur daſs einer Läuferbreite genügend viele hinter einander liegende Binderreihen hinzuzufügen ſind.

Die lothrechte Endigung der $1\frac{1}{2}$ Stein ſtarken Mauer iſt in Fig. 31 dargeſtellt. In der Schicht *I* geben zwei hinter einander liegende Dreiquartier-Binderpaare die Mauerſtärke, in der Schicht *II* drei als Läufer hinter einander liegende Dreiquartiere.

Ganz ähnlich iſt es bei den ſtärkeren Mauern, wie das Beiſpiel einer $2\frac{1}{2}$ Stein ſtarken Mauer (Fig. 30) zeigt. In den Schichten *I* treten zwiſchen die Dreiquartier-Binderpaare genügend viele Binderpaare von ganzen Steinen; die Schichten *II* zeigen dagegen ſo viele Dreiquartiere, als die Mauer Steinbreiten zur Dicke hat, hinter einander als Läufer. Es gelten alſo für die lothrechte Endigung der Mauern von einer Dicke, die einer ungeraden Zahl von Steinbreiten entſpricht, genau dieſelben Regeln wie für Mauern, die eine gerade Zahl von Steinbreiten zur Dicke haben.

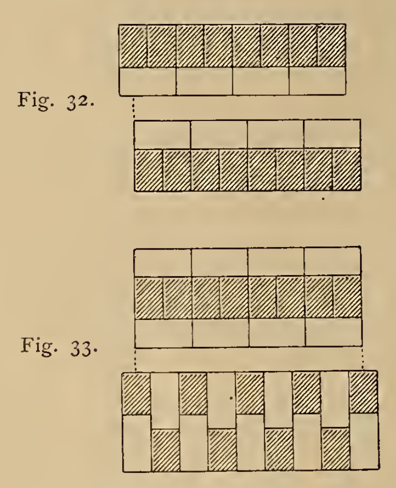


Fig. 32.

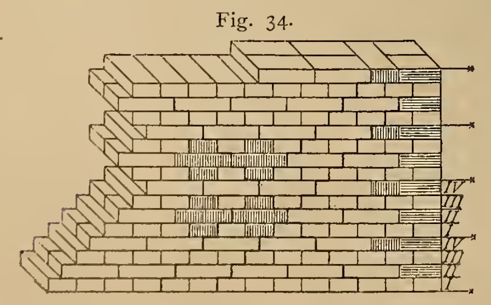
Fig. 33.

Hat man geformte Dreiquartiere zur Verfügung, ſo laſſen ſich mit deren Hilfe, wie ſchon früher angeführt worden, auch $1\frac{1}{4}$, $1\frac{3}{4}$ Stein ſtarke Mauern herſtellen. Neben ſtehend werden in Fig. 32 u. 33 [24]) zwei dergleichen Beiſpiele gegeben; die Mauerenden laſſen ſich für dieſe Mauerſtärken nicht ganz correct herſtellen.

28.
Kreuzverband.

Beim Kreuzverband wechſeln, wie beim Blockverband, regelmäſsig Läuferſchichten und Binderſchichten mit einander ab, deren Stoſsfugen gegenſeitig um $\frac{1}{4}$ Steinlängen verſchoben ſind; auſserdem ſind aber die Läuferreihen abwechſelnd um $\frac{1}{2}$ Steinlänge gegen einander verſchoben, ſo daſs die Stoſs-

Fig. 34.



24) Nach: Gottgetreu, R. Lehrbuch der Hochbau-Conſtructionen. I. Theil. Berlin 1880. S. 48.

Fig. 35.

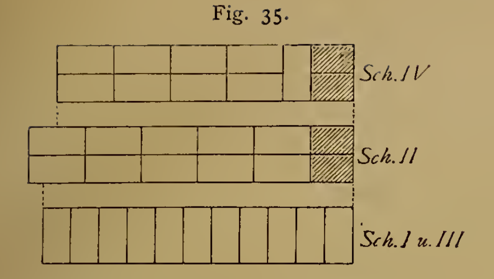
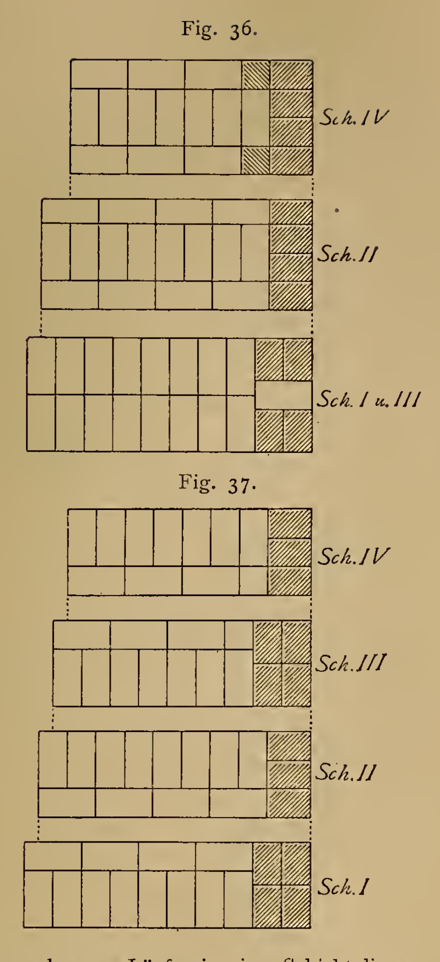



Fig. 36.

Fig. 37.



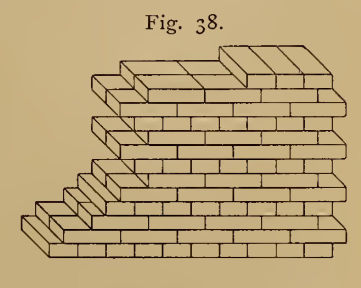

ſugen einer Läuferreihe auf die Mitten der Läufer der nächſt darauf folgenden und nächſt darunter liegenden Läuferſchicht treffen (ſiehe die 1 Stein ſtarke Mauer in Fig. 34 u. 35). Es wird dies erreicht durch Einſchaltung eines Binders bei der 1 Stein ſtarken Mauer vor dem Ende der vierten Schicht (natürlich einer Läuferſchicht). Zur Anlage des Kreuzverbandes einer 1 Stein ſtarken Mauer ſind alſo immer drei verſchiedene Schichten nothwendig; die Binderſchichten *I* und *III* ſind immer einander gleich; die Läuferſchichten *II* und *IV* wechſeln regelmäſsig mit einander ab. Sonſt iſt die Anlage der Schichten und der Endabſchluſs, wie beim Blockverband.

Als äuſsere Merkmale des Kreuzverbandes ergeben ſich die iſolirten Kreuze des Verbandmuſters (durch Schraffirung in Fig. 34 angedeutet), ferner die gleichmäſsige Abtreppung (beim Blockverband in ungleichen Stufen) und doppelt abgeſtufte Lücken in der Verzahnung (beim Blockverband einfach abgeſtufte Lücken). Die Abtreppung läſſt ſich ſo viele Male nach beiden Richtungen in der Maueranſicht zeichnen, als ganze Läufer in einer Schicht liegen.

Auch bei den ſtärkeren Mauern, deren Dicke einer geraden Anzahl von Steinbreiten entſpricht, iſt die Verbandanlage der erſten drei Schichten genau wie beim Blockverband; nur jede vierte Schicht zeigt die Einſchaltung von Zweiquartieren in den Läuferreihen vor den am Ende liegenden Dreiquartieren, um das Kreuzverbandmuſter herzuſtellen. Als Beiſpiel ſind in Fig. 36 die zur Herſtellung einer 2 Stein ſtarken Mauer nothwendigen Schichten gegeben.

Etwas anders iſt es bei den Mauern, die in ihrer Dicke eine ungerade Anzahl von Steinbreiten enthalten. Bei dieſen ſind nur die erſten beiden Schichten gleich denen des Blockverbandes; die beiden folgenden enthalten in den Läuferreihen ein Zweiquartier vor den Dreiquartieren am Ende der Mauer. Dann beginnt der Turnus von Neuem. Es ſind alſo in dieſen Fällen (als Beiſpiel iſt in Fig. 37 eine $1^1/_2$ Stein ſtarke Mauer gegeben) vier verſchiedene Schichten nothwendig, und zwar damit das Kreuzverbandmuſter auf beiden Seiten der Mauer ſich ergiebt.

Fig. 38.



29. Engliſcher Verband.

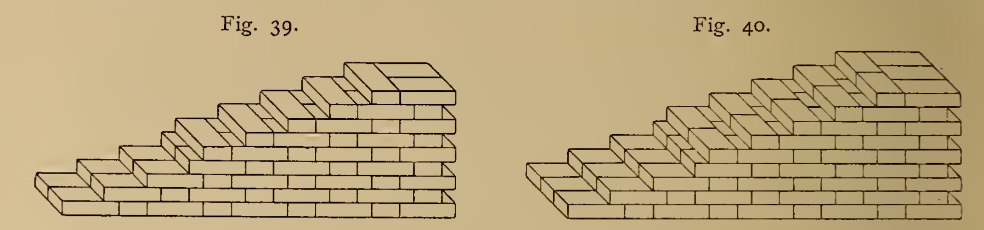
Nach *Rankine* beſteht der engliſche Verband darin, daſs man periodiſch ganze Schichten von Läufern und Bindern legt. Er begreift alſo den Block- und Kreuzverband in ſich, bei welchen der Wechſel regelmäſsig in einer Schicht um die andere erfolgt. Manchmal kommt er aber auch ſo vor, daſs auf eine Binderſchicht mehrere Läuferſchichten folgen. Fig. 38 zeigt eine 1 Stein ſtarke Mauer, bei welcher nach

einer Binderfchicht zwei Läuferfchichten kommen. Es läfft diefes Beifpiel, wie alle ähnlichen, eine Abweichung von der bei allen regelrechten Ziegelverbänden zu befolgenden Regel erkennen, dafs in über einander liegenden Schichten keine Stofsfugen auf einander fallen dürfen. Hier treffen die gedeckten Stofsfugen der Läuferfchichten in der ganzen Länge der Mauer auf einander.

30. Polnifcher Verband.

Der polnifche oder gothifche Verband charakterifirt fich dadurch, dafs in allen Schichten Läufer und Binder im Mauerhaupt fichtbar werden. In Fig. 39 u. 40 find Beifpiele von 1 Stein und 1 ½ Stein ftarken Mauern gegeben. Wie aus denfelben hervorgeht, leidet diefer Verband an demfelben Fehler, wie der eben vorher befchriebene englifche. Es treffen nämlich die gedeckten Stofsfugen in den über

Fig. 39. Fig. 40.



einander liegenden Schichten, hier allerdings nur theilweife, dafür aber in der ganzen Höhe der Mauer durchgehend, auf einander. Bei der 1 ½ Stein ftarken Mauer kommt noch hinzu, dafs die Binder aus zwei hinter einander liegenden Dreiquartieren beftehen, die alfo die unter ihnen liegenden Läufer nur um ¼ Steinlänge überbinden, während beim Block- und Kreuzverband der Tiefe der Mauer nach immer um eine halbe Steinlänge überbunden wird. Die Verwendung von fo vielen Dreiquartieren widerfpricht auch dem Grundfatze, dafs möglichft viele ganze Steine zum Mauerverband benutzt werden follen. Hat man nicht geformte Dreiquartiere, fo wird durch den ftarken Verhau die Ausführung auch koftfpielig. Man fieht hiernach, dafs diefer Verband für maffive Backfteinmauern nicht empfohlen werden kann; dagegen wird fich fpäter ergeben, dafs er bei Verblendungen und hohlen Mauern recht wohl verwendbar ift. Er wird dann aber häufig dahin verändert, dafs zwifchen die Binder mehrere Läufer gelegt werden.

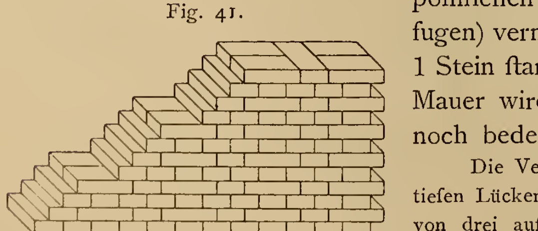
In England, wo diefer Verband den Namen **flämifcher Verband** führt, wird er des hübfchen Mufters wegen häufig zur Anwendung gebracht.

Die Verzahnung ift bei diefem Verband diefelbe, wie beim Kreuzverband, nämlich gleichmäfsig mit ¼ Stein tiefen Lücken; die Abtreppung ift ebenfalls gleichmäfsig, aber mit ¾ Stein breiten Stufen.

31. Holländifcher Verband.

Beim holländifchen Verband wechfeln Binderfchichten mit Schichten ab, in welchen Läufer und Binder zur Anficht kommen. Dadurch wird der Fehler des polnifchen Verbandes (Aufeinandertreffen von Stofsfugen) vermieden, wie dies die in Fig. 41 dargeftellte 1 Stein ftarke Mauer zeigt. Bei der 1 ½ Stein ftarken Mauer wird aber der Verbrauch an Dreiquartieren noch bedeutender, als beim polnifchen Verband.

Fig. 41.



Die Verzahnung ift gleichmäfsig mit einfachen ¼ Stein tiefen Lücken, die Abtreppung zeigt den rhytmifchen Wechfel von drei auf einander folgenden ¼ Stein breiten Stufen mit einer ¾ Stein breiten.

32. Stromverband.

Der fog. Strom- oder Feftungsverband ift nur für fehr ftarke Mauern anwendbar, wie deren im eigentlichen Hochbau, aufser bei Fundamenten, felten vorkommen. Er gelangt befonders beim Waffer- und Feftungsbau zur Verwendung, auch für Stütz-

mauern, und ift in dem Beftreben erfunden worden, eine möglichft grofse Verwechfelung oder verfchiedenartige Lage der Stofsfugen innerhalb des Mauerkörpers zu erhalten. Zu diefem Zwecke hat man auf zwei gewöhnliche Schichten des Kreuz- oder Blockverbandes mehrere Schichten von fich kreuzenden Schräglagen (Stromlagen, Schmieglagen, Kreuzlagen, Diagonalfchichten) folgen laffen, nach einigen Schriftftellern vier dergleichen, beffer wohl aber nur zwei, weil dann eine Wiederkehr derfelben Stofsfugenanordnung nur alle vier Schichten ftattfindet (Fig. 42). Die Schräglagen bilden mit den Mauerfronten Winkel von 45 Grad oder beffer 60 Grad; äufserlich find fie mit dem Block- oder Kreuzverband zugehörigen Steinreihen verkleidet. Der Anfchlufs an die letzteren erfolgt mit fpitzwinkeligen Stücken, die wohl zweckmäfsiger Weife als Formfteine (nach *Heufinger v. Waldegg* Klampfteine genannt) bezogen werden.

Fig. 42.

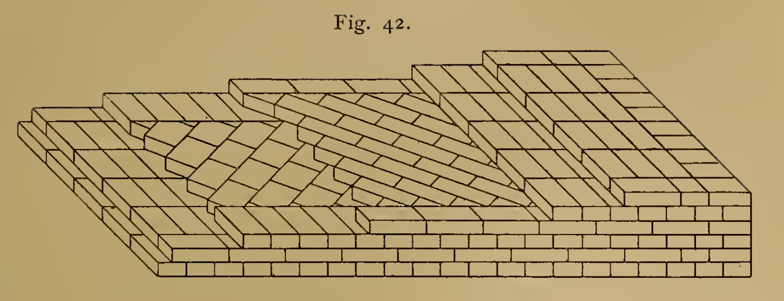
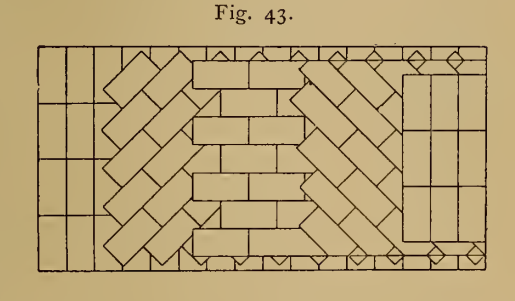


Fig. 43.



Für abgetreppte Fundamente in diefem Verbande kann man der Verkleidungsfchichten und der Vollendung der Schrägfchichten mit Formfteinen entbehren. Es folgt auf eine gerade Schicht nur eine Schrägfchicht (Fig. 43), dann wieder eine gerade Schicht und auf diefe eine Schrägfchicht in einer der erften entgegengefetzten Richtung. Die geraden Schichten werden immer um eine halbe Steinlänge fchmaler [25]). Sie können abwechfelnd aus lauter Bindern oder aus lauter Läufern zufammengefetzt werden.

33. Figurirter Verband.

Die figurirten Verbände werden gewählt, um mit ihnen Wandflächen zu decoriren. Es kann dies entweder fo gefchehen, dafs man:

α) die befchriebenen oder annähernd nach den Regeln derfelben gebildeten Verbände nach ihrem Mufter oder fich aus denfelben ergebenden Motiven in verfchiedenfarbigen Steinen ausführt, oder dafs man

β) beliebige neue Mufter erfindet, deren Fugenlinien decorativ wirken follen, oder dafs man

γ) beide Methoden verbindet.

Die Ausführungsweifen unter β geben häufig beim Aufgeben der horizontalen Schichtung Anordnungen, die fich, fobald man ftärkere Mauern haben will, fchwer mit einer Hintermauerung verbinden laffen und die fich daher mehr nur zu fchwachen Ausmauerungen von Fachwerken eignen.

Zu den in figurirten Verbänden ausgeführten Mauern gehören auch die durchbrochenen.

Da die figurirten Verbände fich in aufserordentlicher Mannigfaltigkeit bilden laffen und diefelben mehr dem Gebiete der Formenlehre angehören, fo würde hier

25) Siehe: Müller, H. Die Maurerkunft. 3. Aufl. Leipzig 1879. S. 87.

das Vorführen von Beifpielen nicht angebracht fein. Es dürfte genügen, unten [26]) auf einige hauptfächlich in Betracht kommenden Werke zu verweifen.

34. Vergleich der verfchiedenen Verbände.

Vergleichen wir die Verbände mit Rückficht auf den im 1. Kapitel aufgeftellten erften Hauptgrundfatz für alle Steinverbände: dafs nämlich in zwei auf einander folgenden Schichten keine Stofsflächen auf einander treffen dürfen, fo ergiebt fich, dafs alle Verbände mit Ausnahme des als englifchen bezeichneten und des polnifchen oder gothifchen Verbandes diefem Grundfatze genügen, alfo in diefer Beziehung gleichwerthig find. Anders verhält es fich, wenn wir den zweiten Grundfatz: dafs ein Verband um fo fefter fein wird, je weniger Stofsflächen innerhalb der Ausdehnung eines Mauerwerkes in eine zur Hauptdruckrichtung parallele Ebene fallen, mit zum Vergleiche heranziehen. In Folge der verfchiedenen Anordnungen werden fich die Verbände für die verfchiedenen möglichen Druckrichtungen verfchieden fchätzen laffen. Die Hauptdruckrichtungen können entweder in eine zur Mauerflucht parallele oder in eine zu derfelben fenkrechte, auf den Lagerfugenflächen normal ftehende Ebene fallen. Fälle, bei denen die Drücke in fchräg zur Mauerrichtung ftehenden Ebenen liegen, laffen fich durch Kräftezerlegung auf jene beiden anderen Fälle zurückführen. Da wir hier nur die gewöhnliche horizontale Lagerung der Schichten in Betracht ziehen wollen, fo find jene Druckrichtungsebenen lothrechte. Die lothrechte Richtung des Druckes gehört beiden Druckrichtungsebenen gemeinfchaftlich an; fie hat uns daher zunächft zu intereffiren.

Aus der Betrachtung der Verbände ergiebt fich, dafs für die lothrechte Druckrichtung der vortheilhaftefte Verband der Strom- oder Feftungsverband und nach diefem der Kreuzverband fein mufs, weil bei diefen die Lage der Stofsfugen am meiften wechfelt. Der erftere kann für Hochbauten zu felten in Anwendung kommen, fo dafs alfo für diefen Fall der Kreuzverband obenan fteht. Ihm gleich kommen würde der englifche Verband, wenn er nicht den fchon befprochenen, hier gerade fehr wefentlichen Fehler hätte.

Drücke, die in der Längen- oder Querrichtung auf ein Mauerwerk wirken, werden die Zugfeftigkeit der Schichten in Anfpruch nehmen. Diefe ift um fo gröfser, je weniger Stofsfugen die Druckrichtung durchfchneidet, d. h. je mehr Steine mit ihrer Längendimenfion in der Druckrichtung liegen. Für Drücke in der Längenrichtung wird demnach als der ungünftigfte Verband der Binderverband zu bezeichnen fein. Blockverband und Kreuzverband haben gleich viele Läufer in der Längenrichtung, werden alfo als gleich feft angefehen werden müffen. Betrachten wir indefs diefe beiden Verbände etwas näher, und zwar in Beziehung auf die Geftaltung der möglichen Trennungsflächen, fo erweist fich für diefen Fall der Druckrichtung der Blockverband etwas günftiger, weil in Folge der ihm eigenthümlichen ungleichförmigen Abtreppung die Trennungsfläche verhältnifsmäfsig mehr Ausdehnung erhält, fonach bei ihm mehr Reibung überwunden werden mufs, als beim Kreuzverband mit feiner gleichförmigen Abtreppung (fiehe Fig. 44 u. 45). Vorausgefetzt wird hierbei natürlich immer, dafs der Ziegel fefter, als die Mörtelfuge ift, wie ja überhaupt bei der Feftftellung einer

[26]) Fleischinger, A. F. u. W. A. Becker. Syftematifche Darftellung der im Gebiete der Landbaukunft vorkommenden Conftructionen etc. I. Abth. Die Mauerwerks- oder Stein-Conftructionen. Berlin 1859.
Adler, F. Mittelalterliche Backfteinbauwerke des preufsifchen Staates. Berlin 1859.
Gruner, L. *Terracotta architecture of North Italy* (12.—16. cent.). London 1867.
Degen, L. Der Ziegelrohbau. München 1859—65.
Bethke, H. Decorativer Ziegelbau ohne Mörtelputz. Stuttgart 1877.
Chabat, P. *La brique et la terre cuite.* Paris 1881.
Lacroux, J. *La brique ordinaire.* Paris 1883—84.

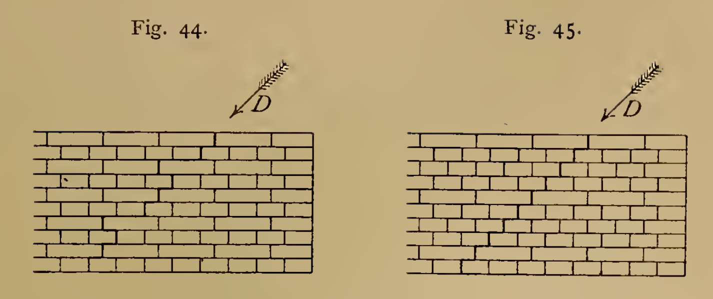


Fig. 44. Fig. 45.

relativ beſten Verbandanordnung die Verbindung durch den Mörtel nicht zu berückſichtigen iſt.

Einem Druck, deſſen Richtungsebene normal zur Mauerrichtung ſteht, der alſo die Querfeſtigkeit der Mauer beanſprucht, wird dagegen der Binderverband den meiſten Widerſtand entgegenſetzen. Blockverband und Kreuzverband ſind für dieſen Fall ganz gleichwerthig, weil der Mauerquerſchnitt bei beiden ganz gleich geſtaltet iſt (ſiehe Fig. 46, Querſchnitt einer 2 Stein ſtarken Mauer in Block- oder Kreuzverband). Sie ſtehen auch dem Binderverband nicht viel nach, und bei ſtärkeren Mauern wird dieſer Unterſchied verſchwindend klein, weil nach ihnen das Innere der Mauer ja auch, wie beim Binderverband, aus lauter Bindern beſteht.

Fig. 46.

Nach *Rankine*[27]) ſollte die Anzahl von Läufer- und Binderſchichten von der relativen Wichtigkeit der Längen- oder Querfeſtigkeit abhängen. Nach ihm iſt das Verhältniſs von einer Binderſchicht auf je zwei Läuferſchichten dasjenige, welches der Mauer gleiche Zugfeſtigkeit in der Längen-, wie in der Querrichtung verleiht und welches ſonach in gewöhnlichen Fällen als das beſte angeſehen werden kann. Er ſagt weiter: »Bei einer Fabrikeſſe iſt Feſtigkeit in der Längenrichtung, welche einer Kraft, die den Schornſtein zu ſpalten ſtrebt, widerſteht, von gröſserer Wichtigkeit, als wie die Feſtigkeit in der Querrichtung; deſshalb iſt es bei ſolchen Bauten räthlich, verhältniſsmäſsig mehr Läufer, alſo drei bis vier Läuferſchichten auf eine Binderſchicht anzuwenden.«

Jedenfalls wird bei einem derartigen Verband die Abweichung vom erſten Hauptgrundſatz für alle Verbände ſehr groſs. Weiter iſt zu berückſichtigen, daſs die lothrechte Druckrichtung ſchon durch das Eigengewicht des Materials, auſserdem aber durch Gebälke und deren Belaſtungen, die bei Weitem häufigſte iſt und dieſe nicht bloſs einen Verband in der Längenrichtung, ſondern auch in der Querrichtung verlangt. Es wird daher für die gewöhnlichen Fälle dem Kreuzverband ſein Vorzug gewahrt bleiben müſſen. Der Vorzug des Kreuzverbandes vor dem Blockverband wird übrigens nur bei ſchwächeren Mauern entſchieden zum Ausdruck gelangen, da bei ſtärkeren Mauern der Unterſchied zwiſchen beiden Verbänden nur in den $^1/_2$ Stein breiten Läuferreihen vorhanden iſt, alſo nicht ſtark in das Gewicht fallen kann.

Lothrechten Drücken auf eine Mauer gleich zu achten ſind Beanſpruchungen derſelben, die in Folge von ungleichen Senkungen des Fundamentes zu Stande kommen.

Drücke in der Längenrichtung der Mauer ergeben ſich im Hochbau meiſt durch Ueberwölbung von Oeffnungen in derſelben, Drücke in der Querrichtung durch gegen dieſelbe geſpannte Gewölbe und Bogen, für welche ſpeciellen Fälle ſich der Blockverband, bezw. der Binderverband als die günſtigſten Verbände herausſtellten; der Kreuzverband ſteht ihnen aber auch hier nicht viel nach. Da aber dieſe Beanſpruchungen in der Regel combinirt mit der in lothrechter Richtung auftreten und für dieſen häufigſten Fall der Kreuzverband der günſtigſte iſt, ſo erſcheint der Vorzug, der demſelben in der Regel vor den übrigen eingeräumt wird, als begründet.

Auf die Mauern können unter Umſtänden auch Drücke in horizontalem Sinne oder parallel den Lagerfugenflächen einwirken. Da dieſe immer durchgehen, ſo ſind für dieſen Fall alle Verbände gleichwerthig. Treten ſolche Drücke iſolirt auf, ſo daſs durch dieſelben nur einzelne Stellen betroffen werden, ſo werden um ſo weniger ſchädliche Verrückungen eintreten, je mehr Verband innerhalb der einzelnen Schichten vorhanden iſt, d. h. je weniger Stoſsfugen durch die ganze Schicht hindurch laufen.

[27]) In: Handbuch der Bauingenieurkunſt. Deutſch von F. Kreuter. Wien 1880. S. 431.

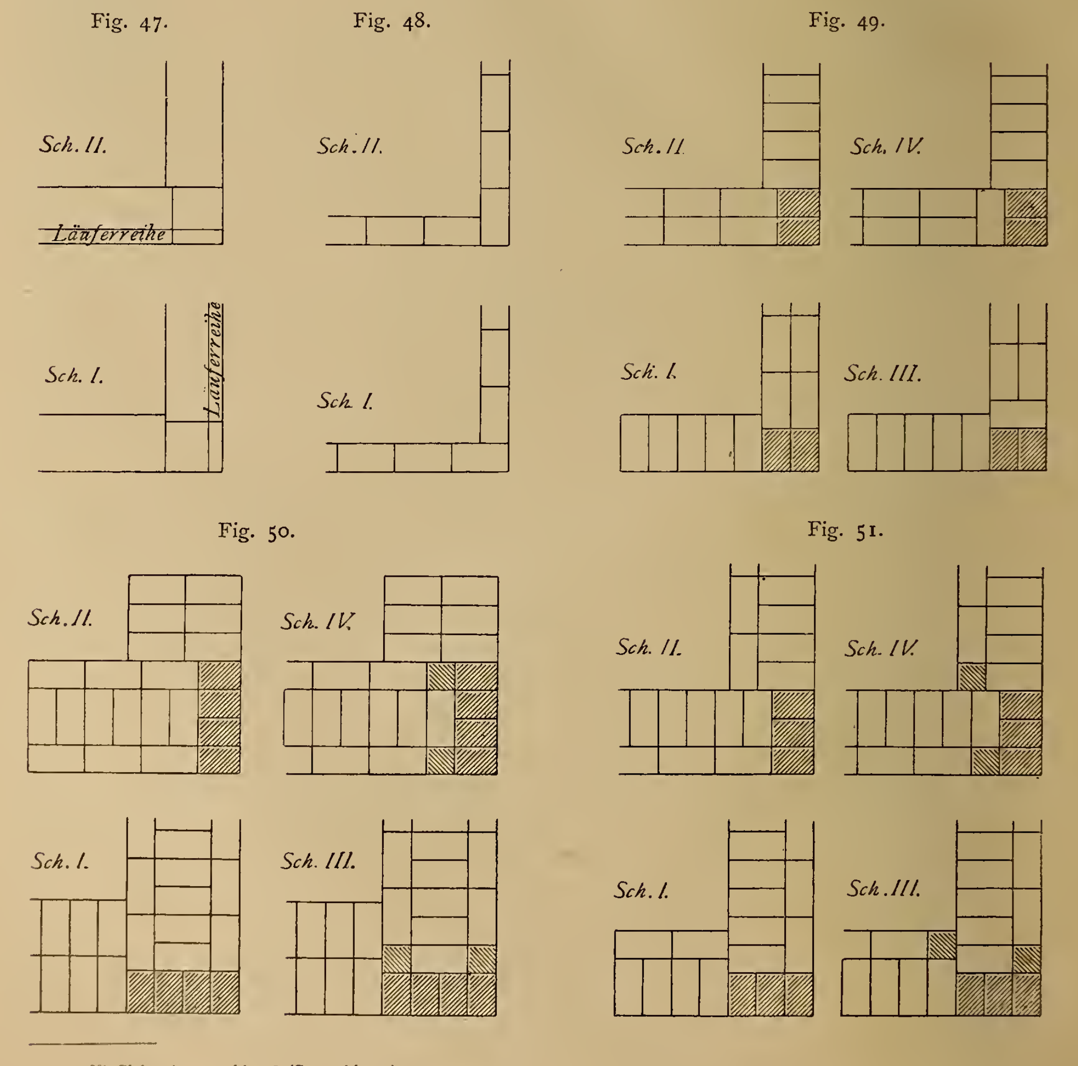
## 2) Zufammenftofs von Mauern unter rechtem Winkel.

35. Arten des Zufammen-ftofses.

Gefchloffene Räume ergeben fich durch den Zufammenftofs von Mauern. Diefer erfolgt meift unter rechtem Winkel und kann in der Weife ftattfinden, dafs zwei Mauern entweder eine Ecke bilden oder dafs eine Mauer auf die Flucht einer anderen trifft oder dafs fie fich durchkreuzen. Alle diefe Fälle laffen fich zurückführen auf die fchon befprochene Herftellung der lothrechten Endigung einer Mauer [28]), nur dafs hier der Abfchlufs der einzelnen Schichten abwechfelnd in der einen und der anderen Mauer aufzufuchen ift. Es follen die einzelnen Fälle für die verfchiedenen Mauerftärken für fich behandelt werden, aber nur für den Block- und den Kreuzverband und nur für Verwendung von Dreiquartieren zur Herftellung des Schichtenabfchluffes.

36. Mauerecke.

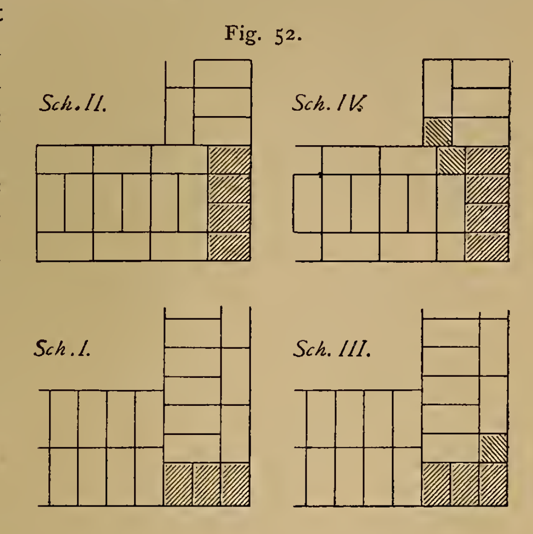
Befolgt man bei der Anlage von ganzen Mauerfyftemen die Regel, eine in derfelben Höhe durchlaufende Schicht in den parallel laufenden Mauern nur als Binderfchicht oder nur als Läuferfchicht auszuführen, fo ergiebt fich daraus, dafs an




28) Siehe Art. 25 bis 28 (S. 23 bis 27).

einer Ecke eine Binderfchicht mit einer Läuferfchicht zufammentreffen mufs. Es gilt dies auch für Mauerftärken, die einer ungeraden Zahl von Steinbreiten entfprechen, wenn man nur confequent die Bezeichnung Läufer- oder Binderfchicht von einer Seite der Mauer ableitet. Die Herftellung des Eckverbandes erfolgt dann in der Weife, dafs man immer die Läuferfchicht bis zur anderen Mauerflucht durchlaufen läfft (fiehe das Schema in Fig. 47) und dort nach den Regeln abfchliefst, wie fie für die lothrechte Endigung der Mauern gegeben worden find, d. h. dort fo viele Dreiquartiere als Läufer neben einander legt, als die betreffende Mauer Steinbreiten zur Dicke hat. Es erfcheinen diefe dann als Binder in der anderen Mauerflucht. Eine Ausnahme macht nur die Ecke von ½ Stein ftarken Mauern, bei welcher die Schichten durch ganze Steine gefchloffen werden, der fog. Schornfteinverband (fiehe Fig. 48). Als Beifpiele mögen neben ftehend dienen: die rechtwinkelige Ecke von zwei 1 Stein ftarken (Fig. 49), 2 Stein ftarken (Fig. 50), 1½ Stein ftarken (Fig. 51) Mauern, fo wie die Ecke, gebildet von einer 1½ Stein ftarken und einer 2 Stein ftarken Mauer (Fig. 52). In diefen Beifpielen find die Schichten *I* und *II* zur Herftellung des Blockverbandes, die Schichten *I* bis *IV* zur Herftellung des Kreuzverbandes auf allen Seiten erforderlich. Aus diefen Abbildungen ift erfichtlich, dafs immer die innere Flucht der Läuferfchicht der einen Mauer als Stofsfuge durch die andere Mauer hindurch geht, und dafs die der inneren Ecke (dem Winkel) zunächft liegende durchgehende Stofsfuge der Läuferfchicht um ¼ Stein vom Winkel entfernt liegt (fiehe das Schema in Fig. 47).

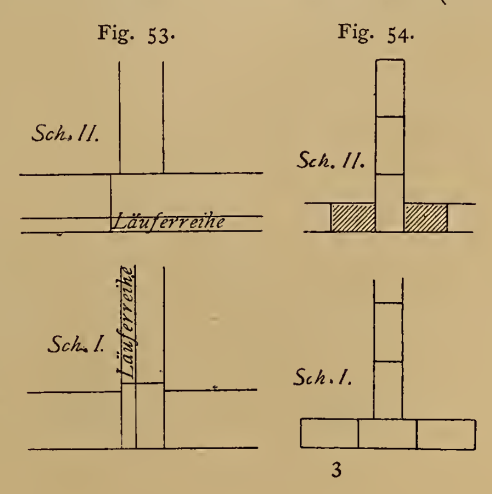
Fig. 52.




Der zweite Fall, dafs eine Mauer rechtwinkelig auf die Flucht einer anderen trifft, kommt gewöhnlich beim Anftofs von Scheidemauern an eine Umfaffungs- oder Mittelmauer vor. Wir wollen die erftere daher kurzweg Scheidemauer nennen. Es gelten hier ähnliche Gefetze, wie bei der rechtwinkeligen Ecke. Man läfft die Läuferfchicht der einen Mauer (der Scheidemauer) bis zur äufseren Flucht der anderen (der Hauptmauer) hindurchlaufen, bezw. diefe mit der inneren Flucht am Ende der Scheidemauer vorübergehen (fiehe das Schema in Fig. 53). Nur die Läuferfchichten der Scheidemauer erfordern am Zufammenftofs die Endigung mit Dreiquartieren, von denen wieder fo viele am Ende neben einander angeordnet werden, als die Scheidemauer Steinbreiten in der Dicke zählt. Eine Ausnahme machen hier die Fälle, in denen zwei ½ Stein ftarke Mauern zufammenftofsen (Fig. 54) oder eine ½ Stein ftarke Scheidemauer auf eine ftärkere Mauer trifft (Fig. 55).

37.
Anfchlufs einer Mauer an eine andere.

Fig. 53. Fig. 54.



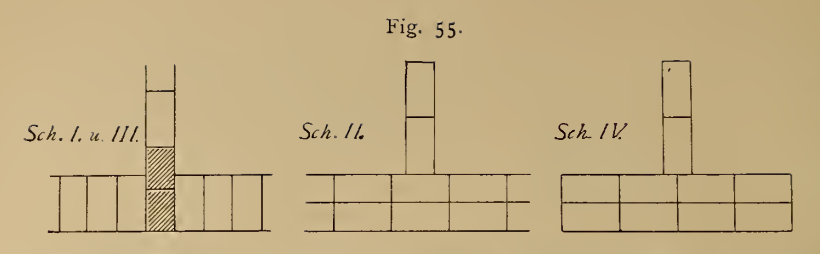


Fig. 55.

Im erſteren Falle werden zu beiden Seiten der durchgehenden Schicht der Scheidemauer Dreiquartiere erforderlich. Im zweiten Falle (die ſtärkere Mauer in Fig. 55 iſt 1 Stein ſtark angenommen) müſſen in der durchgehenden Schicht der $^1/_2$ Stein ſtarken Scheidemauer zwei Dreiquartiere als Läufer hinter einander gelegt werden. In allen anderen Fällen gilt die angegebene Regel, zu der noch kommt, daſs die den Winkeln zunächſt liegenden durchgehenden Stoſsfugen der durchlaufenden Schichten gegen die Fluchten

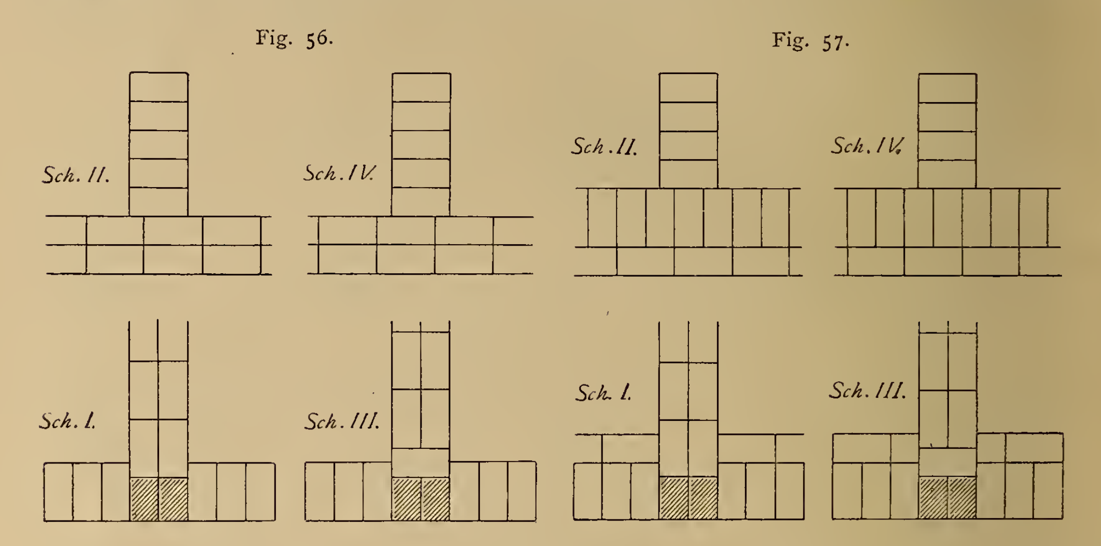


Fig. 56. Fig. 57.

der ſtumpf anſtoſsenden Schicht um $^1/_4$ Steinlänge verſchoben ſind. Die Beiſpiele in Fig. 56 bis 59 verdeutlichen dies. Die Schichten *I* und *II* genügen zur Herſtellung des Blockverbandes, während die Schichten *I* bis *IV* zur Herſtellung des Kreuzverbandes nothwendig ſind.

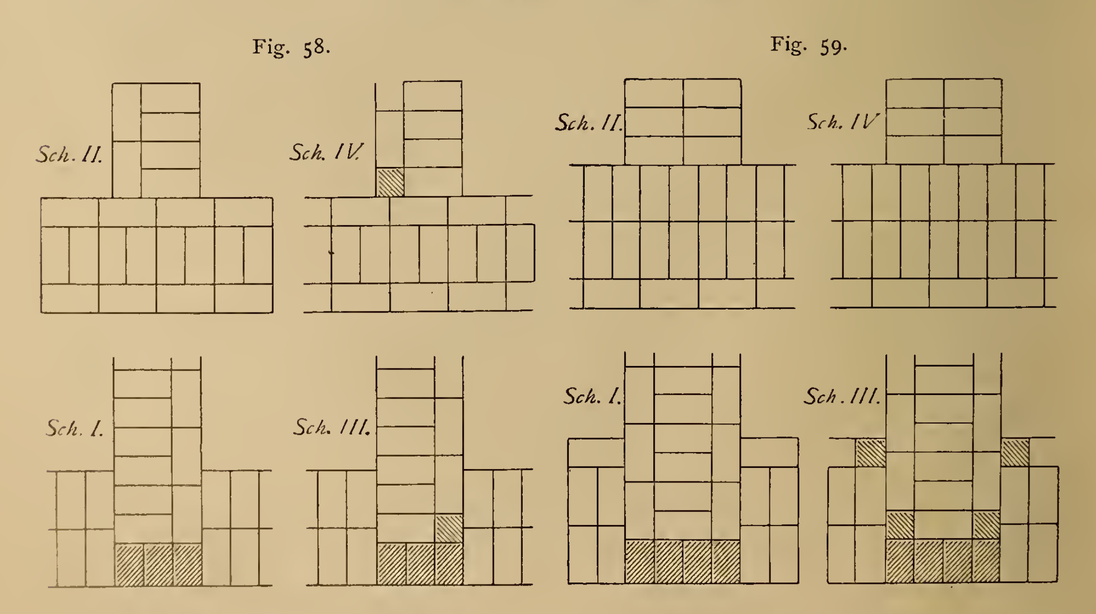


Fig. 58. Fig. 59.

38.
Durchkreuzung von zwei Mauern.

Auch für den dritten Fall, der rechtwinkeligen Durchkreuzung von Mauern, ſind ähnliche Regeln maſsgebend. Man läſst die Läuferſchichten ungeſtört durch die andere Mauer hindurchgehen und hat nur darauf Acht zu geben, daſs die den Winkeln zunächſt befindlichen durchgehenden Stoſsfugen derſelben um ¼ Steinlänge von den Winkeln entfernt liegen (ſiehe das Schema in Fig. 60). Fig. 61 bietet ein normales Beiſpiel hierfür. Nur in denjenigen Fällen, in denen eine ½ Stein ſtarke Mauer eine gleich ſtarke oder eine ſtärkere durchkreuzt, ſind Abweichungen in der Verbandanlage der ½ Stein ſtarken Mauern nothwendig. Es müſſen Dreiquartiere angeordnet werden, um den regelrechten Stoſsfugenwechſel der über einander folgenden Schichten herbeizuführen (Fig. 62 u. 63). Für den Blockverband braucht man nur die Schichten *I* und *II*, für den allſeitigen Kreuzverband die Schichten *I* bis *IV*.

Fig. 60.

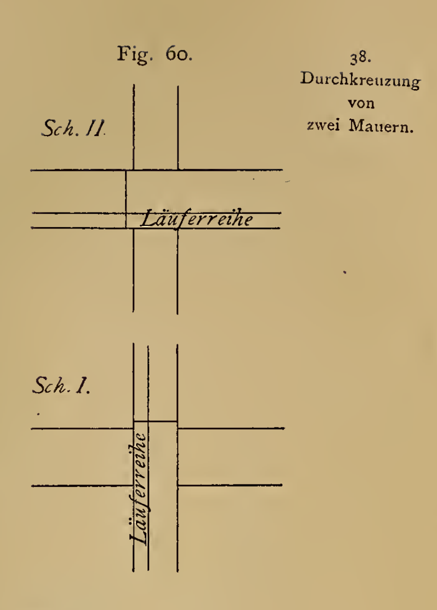


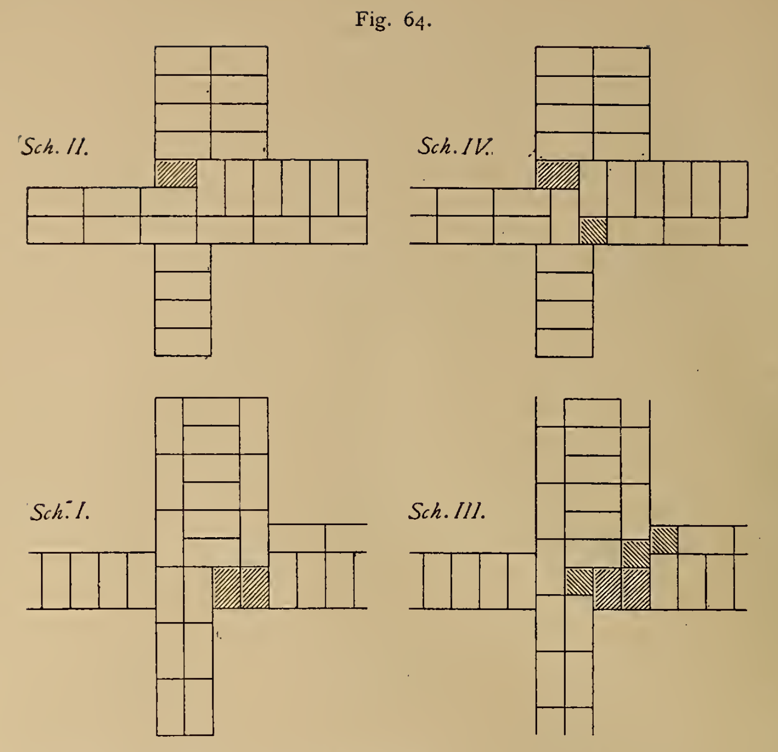

Fig. 61.

Fig. 62.

Bei der Durchkreuzung von Mauern tritt häufig der Fall ein, daſs ſich über den Kreuzungspunkt hinaus die Mauerſtärken verändern. Hierbei ſind die für den Anſchluſs von Scheidemauern und

Fig. 63.

Fig. 64.




für die Durchkreuzung vorgeführten Regeln combinirt zu verwenden. Man läfft die Läuferfchichten durchgehen und fchliefst fie da, wo fie nicht weiter laufen können, mit Dreiquartieren ab. Auch ift immer wieder darauf genau zu achten, dafs die durch eine Läuferfchicht durchgehenden Stofsfugen um $^1/_4$ Steinlänge gegen die Winkel verfchoben find. Ein Beifpiel bietet Fig. 64 mit den für allfeitigen Kreuzverband erforderlichen vier Schichten. Die richtige Anordnung der Dreiquartiere ift bei derartigen complicirteren Fällen die Hauptfache.

### 3) Zufammenftofs von Mauern unter fchiefen Winkeln.

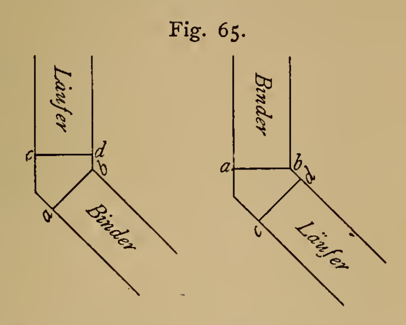
39. Mauerecke. In den Gebäuden kommt häufig der Fall vor, dafs zwei oder mehrere Mauern unter fchiefen Winkeln zufammenftofsen. Handelt es fich dabei nur um zwei Mauern, fo können diefe wieder entweder eine Ecke bilden oder fich an einander anfchliefsen oder fich durchkreuzen. Für diefe Fälle gelten natürlich auch die allgemeinen Regeln für alle Ziegelverbände, insbefondere aber, fo weit möglich, die Regeln für den rechtwinkeligen Zufammenftofs. Die Eckanlage erfordert hier jedoch ganz befondere Aufmerkfamkeit. Die fchiefwinkelige Ecke kann man der Natur der Sache nach nicht mit rechtwinkeligen Steinen herftellen; fondern man mufs die Steine nach dem zwifchen den zufammenftofsenden Mauern vorhandenen Winkel verhauen, wenn man nicht befondere Formfteine verwenden kann. Die Befchaffung der letzteren wird fich empfehlen, wenn an einem Gebäude vielfach derfelbe Winkel zwifchen den Mauern vorkommt. In beiden Fällen dürfen aber diefe Eckftücke nicht zu klein angenommen werden. Bei den zugehauenen Steinen müffen die in die äufseren Fluchten fallenden möglichft wenige verhauene Flächen nach aufsen hin erhalten, da durch das Verhauen die etwas angefinterte und defshalb befonders witterungsbeftändige Aufsenkrufte der Mauerfteine entfernt wird. Eben fo müffen diefelben möglichft genau zugehauen werden, was für die in das Innere der Mauer fallenden nicht ganz fo nothwendig ift. Auf die Ecke darf niemals eine Stofsfuge treffen; auch find fpitze Winkel der Steine an den Aufsenflächen zu vermeiden. Alle Stofsfugen müffen wo möglich normal zu den Mauerfluchten ftehen. Wie bei allen Ziegelverbänden ift auch hier der Stofsfugenverband immer einzuhalten, und es find möglichft wenige Theilfteine zu verwenden. Am einfachften find die Aufgaben beim fchiefwinkeligen Zufammenftofs

von zwei Mauern zu löfen, wenn auch hier der Grundfatz feft gehalten wird, dafs in einer und derfelben Schicht an der Aufsenfeite die Steine in der einen Mauer als Binder, in der anderen als Läufer liegen. Die einfachere und normalere Löfung läfft im Allgemeinen die ftumpfwinkelige Ecke zu, die daher zuerft behandelt werden foll.

40. Stumpf-winkelige Ecke.

Der ftumpfwinkelige Eckverband von gleich ftarken oder in ihrer Stärke wenig verfchiedenen und nicht zu ftumpfwinkelig auf einander treffenden Mauern (der Winkel darf ca. 135 Grad nicht überfteigen) läfft eine ähnliche Behandlung, wie der rechtwinkelige zu. Während man bei letzterer abwechfelnd die inneren Fluchten beider Mauern als Stofsfugen durchgehen läfft, läfft man bei der ftumpfwinkeligen Ecke von der inneren Ecke (dem Winkel) aus abwechfelnd in den auf einander fallenden Schichten eine Stofsfuge normal zur einen und anderen Mauer ausgehen. Am zweckmäfsigften gehört diefe durchlaufende Stofsfuge zur Binderfchicht (die Bezeichnung Binder- oder Läuferfchicht ift nach dem Ausfehen der Schicht an der convexen Seite der Ecke zu wählen). Die dem Winkel zunächft liegenden Stofsfugen der Läuferfchicht find auch hier um $^1/_4$ Stein gegen den Winkel zu verfetzen (fiehe das Schema in Fig. 65, worin die Linien *ab* die vom Winkel aus normal zur Mauerflucht durchgehende, *cd* die um $^1/_4$ Stein verfetzte Stofsfuge bedeuten). Unter Fefthaltung der eben angegebenen Regeln bei gleich ftarken Mauern ergiebt fich ein ganz gleich geformter Eckftein in allen Schichten, nur abwechfelnd in umgekehrter Lage. Es erleichtert dies die Verwendung von Formfteinen.

Fig. 65.




Die beiden äufseren Seiten des Eckfteines haben dabei eine Längen-Differenz von $^1/_4$ Stein. Zugehauene Steine können nur dann in Anwendung gelangen, wenn die gewöhnliche Steinlänge ausreicht, was nur bei nicht fehr ftumpfen Winkeln der Fall ift. Die Beifpiele Fig. 66 bis 69 werden das Gefagte erläutern. Es find in denfelben aber nur die Schichten für den Blockverband gegeben; die für den Kreuzverband erforderlichen werden nach den früheren Beifpielen leicht hinzuconftruirt werden können. Bei $^1/_2$ Stein ftarken Mauern (Fig. 70) ift die dem Winkel zunächft liegende Stofsfuge um $^1/_2$ Stein von demfelben entfernt.

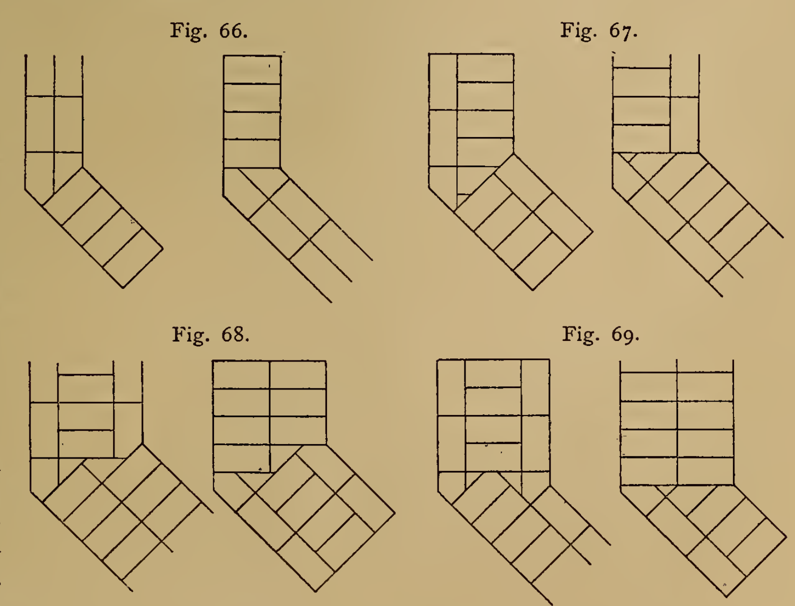
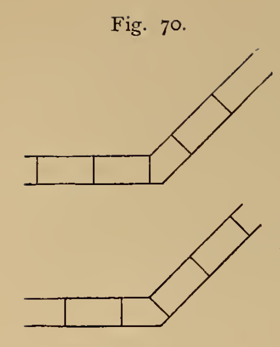
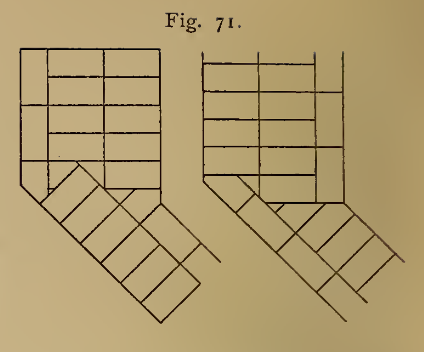


Fig. 66. Fig. 67. Fig. 68. Fig. 69.

Beim Zufammenftofs von fehr verfchieden ftarken Mauern laffen fich die Eckverbände nicht in der angegebenen Weife herftellen, weil in diefen Fällen die eine vom Winkel normal ausgehende Stofsfuge entweder fehr nahe an die Ecke oder erft auf die Verlängerung der einen Mauerflucht trifft, alfo die andere unter fpitzem


Fig. 70.


Fig. 71.

Winkel ſchneiden muſs, was unzuläſſig iſt. Man ordnet dann eine vom Winkel aus durchgehende Stoſsfuge in der Binderſchicht der ſchwächeren Mauer an, während man die in der darauf folgenden Schicht vom Winkel ausgehende Stoſsfuge der ſtärkeren Mauer bis an die äuſsere Läuferreihe der ſchwächeren gehen läſſt. Die um 1/4 Stein vom Winkel entfernten Stoſsfugen gehen ſo weit, als dies der Verband möglich macht. Es genüge ein Beiſpiel (Fig. 71) für dieſen Fall.

Will man an der Auſsenſeite der Mauerecke das regelmäſsige Verbandmuſter bis ganz an die Ecke heranführen, was bei Backſtein-Rohbauten in Frage kommen kann, ſo muſs man auch mit der Beſtimmung der Gröſse des Eckſteines den Anfang machen und dieſen an der Läuferſeite 3/4 Stein lang und an der Binderſeite 1/2 Stein lang bemeſſen, wenn dies die Gröſse des Winkels bei der gewöhnlichen Steinlänge geſtattet. Anderenfalls iſt man gezwungen, beſondere Formſteine anzuwenden. Aber auch dann ergiebt ſich in der Regel am inneren Winkel ein ſchlechter Verband.

Sind auf beiden Seiten der ſtumpfwinkeligen Ecke die Schichten gleichartig, d. h. laufen in denſelben Höhen Läuferreihen oder Binderreihen um die Ecke herum, ſo iſt die Verbandanlage dahin zu ändern, daſs man vom Winkel nach beiden Mauerfluchten hin normale Stoſsfugen in derſelben Schicht ausgehen läſſt, in der darauf folgenden Schicht ebenfalls zwei ſolche, die aber vom Winkel um 1/4 Stein entfernt ſind (ſiehe die Schichten *I* und *II* im Schema von Fig. 72). Für die Schicht *I* iſt es zweckmäſsig, daſs an den inneren Fluchten der Mauern Binder liegen. In der Schicht *II* kann man, um Formſteine am Winkel zu vermeiden, daſelbſt die Läufer mit diagonaler Stoſsfuge zuſammenſchneiden laſſen. Fig. 73 giebt als Beiſpiel die ſtumpfwinkelige Ecke zweier 2 1/2 Stein ſtarken Mauern.

Fig. 72.

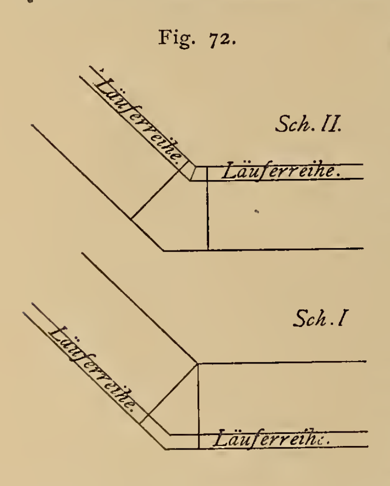
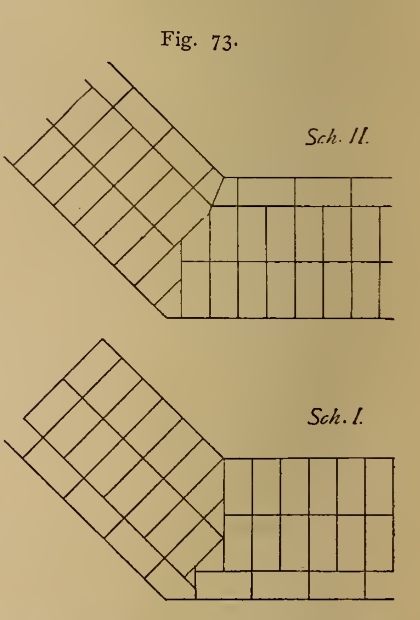


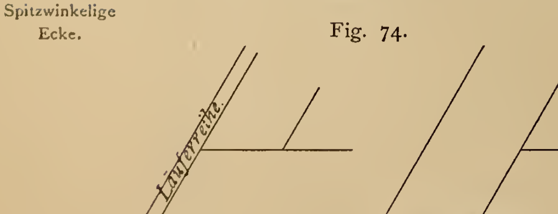

Fig. 73.




41. Spitzwinkelige Ecke.

Der Eckverband der unter ſpitzem Winkel zuſammentreffenden Mauern iſt in der Weiſe zu behandeln, daſs man die äuſsere Läuferreihe der Läuferſchicht bis zur Ecke fortlaufen läſſt und mit dem nach dem gegebenen Winkel zugehauenen Eckſtein ſchlieſst. Bis an dieſe Läuferreihe führt man die Binderſchicht der anderen Mauer heran, ſo daſs alſo die innere Flucht derſelben bis

Fig. 74.



dahin als Stofsfuge fortläuft.

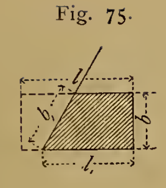


Fig. 75.

Man fehe das Schema in Fig. 74, worin die eben gedachte Anordnung veranfchaulicht ift.

Es ift hierbei alfo nach Möglichkeit das Princip der Bildung des rechtwinkeligen Eckverbandes durchgeführt. Die Einrichtung des regelrechten Stofsfugenwechfels zwifchen den Schichten erzielt man dadurch, dafs man die Länge $l_1$ des Eckfteines gleich macht der Länge $b_1$ des fchräg zugehauenen Hauptes plus $^1/_4$ Stein ($l_1 = b_1 + \frac{1}{4} l$ in Fig. 75). Derfelbe Eckftein läfft fich dann in allen Schichten verwenden, nur abwechfelnd in umgekehrter Lage. Fig. 76 u. 77 geben Beifpiele für den Eckverband von zwei ungleich ftarken und zwei gleich ftarken Mauern.

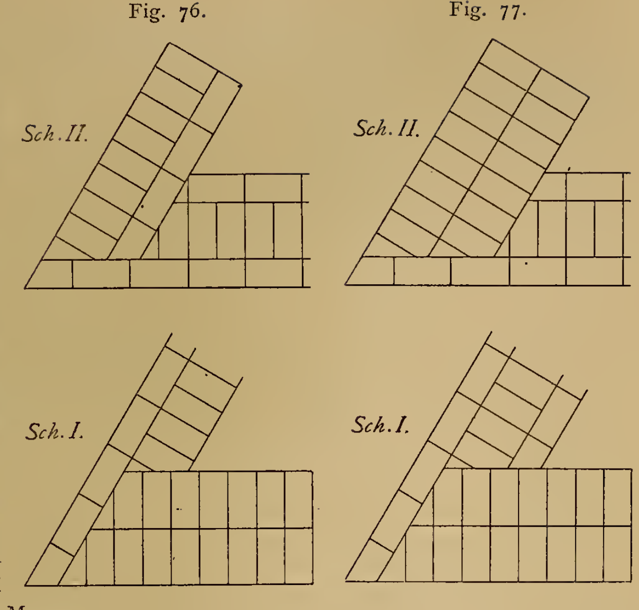


Fig. 76. Fig. 77.

Beim fpitzwinkeligen Zufammenftofs von zwei Mauern kann es, namentlich wenn der Winkel ziemlich klein ift, wünfchenswerth erfcheinen, diefelbe abzuftumpfen oder zu coupiren. Ift die Coupirung fo grofs, dafs der fpitze Winkel im Inneren verfchwindet, fo hat man es dann mit drei Mauern und zwei ftumpfwinkeligen Ecken zu thun, alfo nicht mit etwas Neuem. Bleibt dagegen auf der Innenfeite der fpitze Winkel, fo bietet diefer Fall Stoff zu befonderer Befprechung. 42. Coupirte fpitzwinkelige Ecke.

An der Coupirungsfläche, die normal zur Halbirungslinie des fpitzen Winkels zwifchen den beiden Mauerfluchten zu legen ift, damit zwei gleiche äufsere ftumpfwinkelige Ecken gebildet werden, müffen des regelrechten Verbandes wegen Läufer- und Binderfchichten mit einander abwechfeln. Des guten Ausfehens, aber auch der einfacheren Conftruction halber ift es dann zweckmäfsig, von der bisher allenthalben durchgeführten Regel, in einer und derfelben Schicht in der einen der die Ecke bildenden Mauern aufsen eine Läuferreihe, in der anderen eine Binderreihe zu legen, abzufehen und den Fall fo aufzufaffen, als gehörte die Coupirungsfläche einer dritten

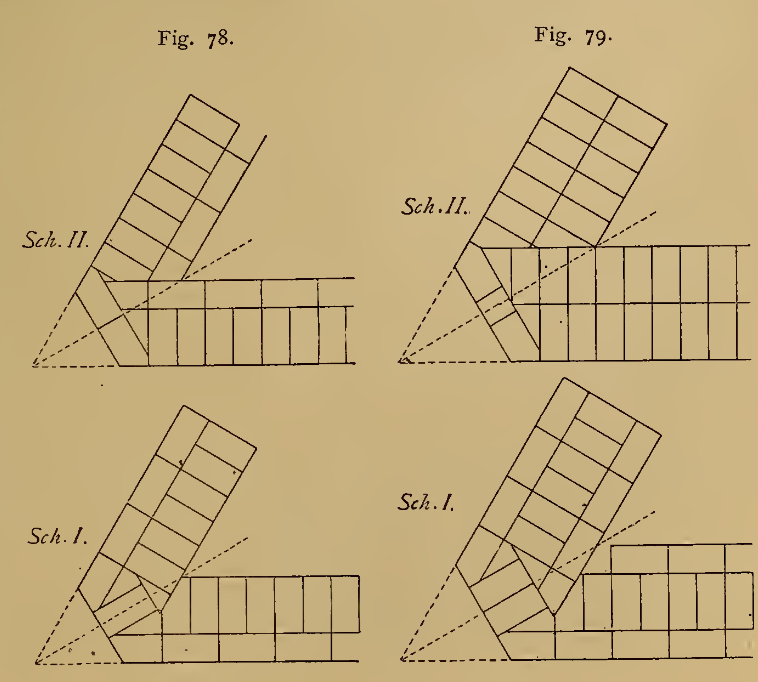


Fig. 78. Fig. 79.

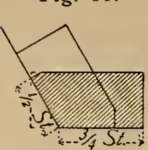
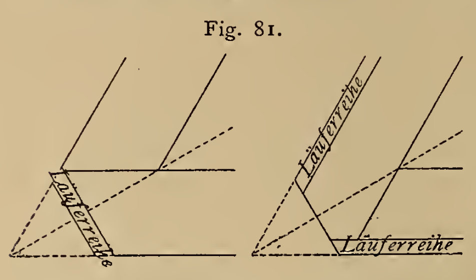



Fig. 80.

Mauer an. Es werden dann in derfelben Schicht in den beiden Mauern gleichzeitig aufsen Läufer oder Binder fich befinden, an der Coupirungsfläche dagegen Binder oder Läufer (fiehe das Schema in Fig. 81).

Die Breite der Coupirung beftimmt fich fo, dafs zwifchen den beiden fchräg zugehauenen Eckfteinen ein oder zwei Binderhäupter Platz haben. Die Gröfse und Form der Eckfteine ift in der Weife zu ermitteln, dafs man den einen Schenkel des ftumpfen Winkels $^3/_4$ Steine, den anderen (den fchräg zuzuhauenden) $^1/_2$ Stein lang macht (Fig. 80). Sollte fich der Stein dann immer noch zu lang ergeben, fo mufs man beide Schenkel fo verkürzen, dafs dabei die Differenz der Schenkellängen immer $^1/_4$ Stein bleibt. Es find dann in allen Schichten diefelben Eckfteine, nur abwechfelnd in umgekehrter Lage, verwendbar. Die Eckanlage ift fonft ähnlich wie bei der fpitzwinkeligen Ecke, indem man abwechfelnd die eine oder die andere der inneren Mauerfluchten als Stofsfuge fo weit durchführt, als dies möglich oder zweckmäfsig erfcheint. In Fig. 78 u. 79 find Beifpiele zur Erläuterung gegeben.

Fig. 81.




43. Anfchlufs einer Mauer an eine andere. Der fchiefwinkelige Anfchlufs einer Mauer an eine andere wird wie der rechtwinkelige behandelt, nur mit dem Unterfchiede, dafs man die anfchliefsende Scheidemauer in einer Schicht um die andere nicht bis an die äufsere Flucht der Hauptmauer durchlaufen läfft, fondern nur bis hinter die dafelbft angeordnete Läuferreihe (fiehe das Schema in Fig. 82), wodurch die zu verhauenden Steine in das Innere der Mauer kommen. Das Eingreifen oder Einbinden der Scheidemauer erfolgt alfo in den Läuferfchichten der Hauptmauer. Auch hier ift wieder die Regel zu befolgen, dafs die dem (fpitzen) Winkel zunächft liegende durchlaufende Stofsfuge *a b* der Scheidemauer um $^1/_4$ Stein vom Winkel entfernt liegen mufs. Weiter erfcheint es zweckmäfsig, in der Hauptmauer eine durchlaufende Stofsfuge *c d* in der in Fig. 82 angegebenen Weife anzuordnen. Es möge das Beifpiel in Fig. 83, der Anfchlufs einer $1^1/_2$ Stein ftarken Scheidemauer an eine 2 Stein ftarke Hauptmauer, genügen.

Fig. 82.

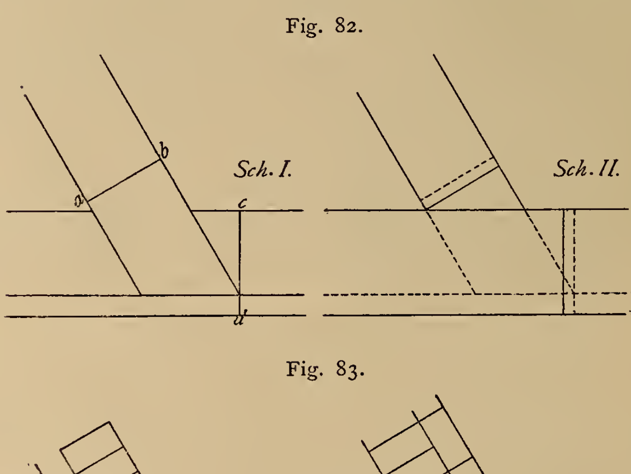
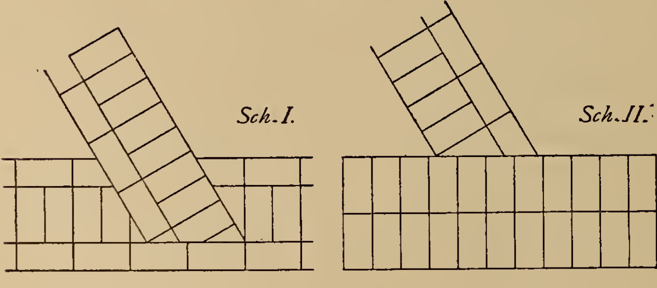



Fig. 83.




44. Durchkreuzung zweier Mauern. Die fchiefwinkelige Durchkreuzung ift nur die Verallgemeinerung des Falles der rechtwinkeligen. Wie das Schema in Fig. 84 zeigt, gelten genau diefelben Regeln, wie fie früher für die rechtwinkelige Durchkreuzung ausführlich befprochen wurden. Auch hier ift, wegen der Einrichtung des Verbandes, in den auf einander folgenden Schichten wohl darauf zu achten, dafs in der durchlaufenden Schicht eine

durchgehende Stofsfuge um ¼ Stein entfernt von einem der Winkel angeordnet werden mufs. Ein befonderes Erläuterungsbeifpiel erfcheint hier nicht nothwendig.

Es kommt bei Bauwerken der Fall öfters vor, dafs mehr als zwei Mauern unter beliebigen Winkeln in einem Punkte zufammenftofsen. Je nach der Anzahl der zufammentreffenden Mauern, der Stärke derfelben und den Winkeln, unter denen fie zufammentreffen, mufs die Löfung dieser Aufgaben eine verfchiedene werden. Es dürfte zu weit führen und auch überflüffig fein, eine grofse Zahl folcher Fälle zu erörtern. Es möge nur der eine Fall hier nähere Befprechung finden, wenn drei Mauern in einem Punkte zufammenftofsen. Die allgemeine Löfung diefer Aufgabe ift die, dafs man zwei der Mauern als eine Ecke bildend anfieht und die dritte dann in einer Schicht um die andere in die Ecke einbindet, während man fie in den übrigen Schichten nur ftumpf anftofsen läfft. Jeder fpecielle Fall wird überdies noch unter Berückfichtigung der gegebenen Verhältniffe und Fefthaltung der allgemeinen Regeln eine befondere Behandlung zulaffen.

45. Zufammenftofs von mehreren Mauern.

Fig. 84.

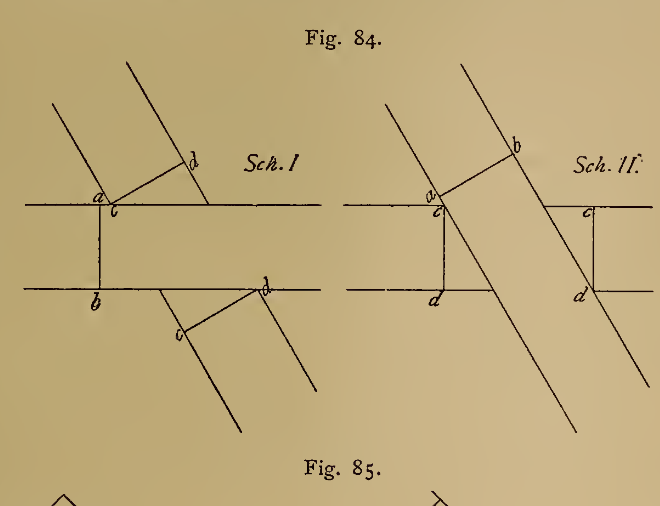
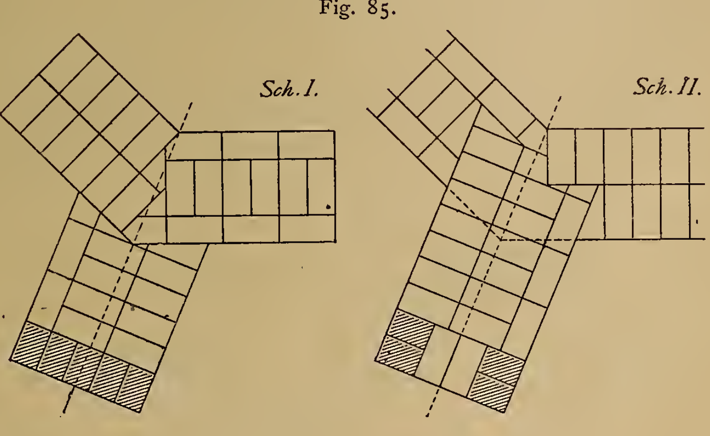



Fig. 85.



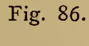
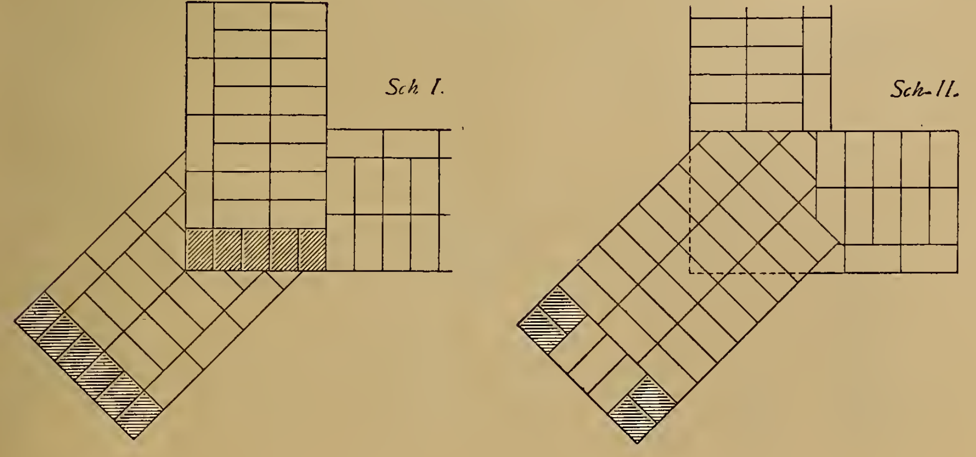



Fig. 86.



Das wichtigſte Vorkommen des Zuſammenſtoſses von drei Mauern dürfte das ſein, daſs an eine Ecke, an eine rechtwinkelige oder ſtumpfwinkelige, ſich ein Strebepfeiler in diagonaler, den Winkel der beiden die Ecke bildenden Mauern halbirenden Richtung anlegt. Die beigefügten Beiſpiele in Fig. 85 u. 86 werden das einzuſchlagende Verfahren erläutern, obgleich dieſes, wie ſchon geſagt, je nach den vorliegenden Verhältniſſen Umänderungen erheiſcht. Gleichmäſsiger Anſchluſs des Strebepfeilers an beide Seiten der Mauerecke läſſt ſich erzielen, wenn die beiden die Ecke bildenden Mauern nach auſsen hin gleichartige Schichtenbildung in gleicher Höhe zeigen. Es hat dies aber wenig praktiſchen Werth, da der Anſchluſs beider Seiten nicht gut gleichzeitig geſehen werden kann.

### 4) Beliebige Mauerkörper mit rechtwinkeligen Ecken und Winkeln.

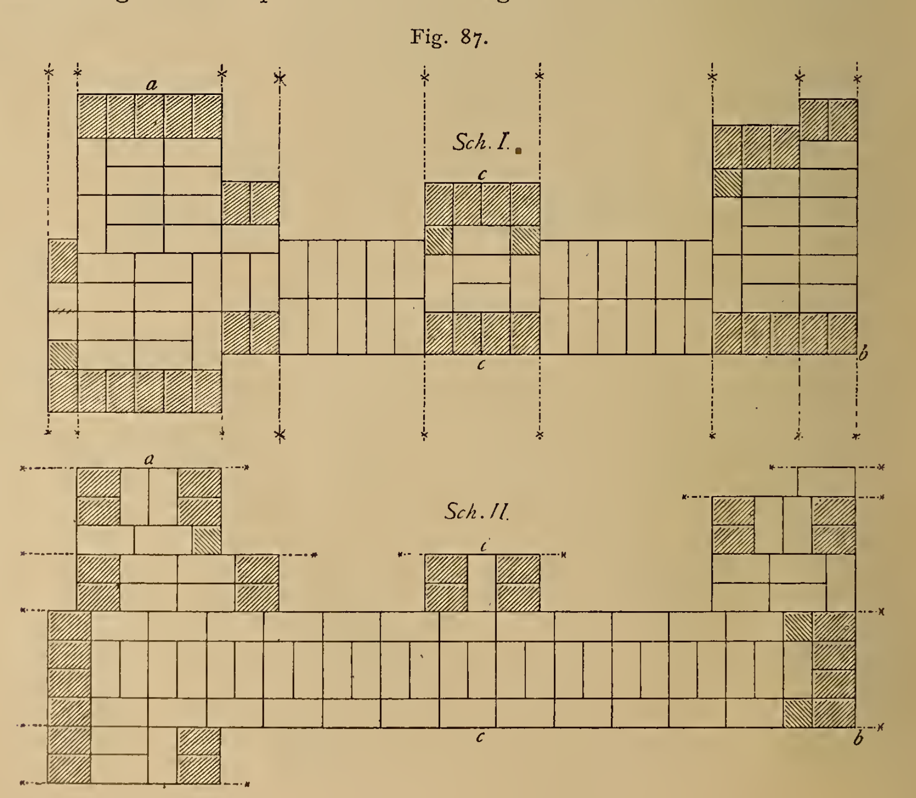
46. Verſchiedenheit.

Die gewöhnlichen Backſteine eignen ſich in Folge ihrer Geſtalt eigentlich nur zur Herſtellung von Mauern mit rechtwinkeligen Ecken und Winkeln, und es ſind deſswegen auch nur für den Verband ſolcher klare Geſetze aufſtellbar. Daher iſt die Betrachtung hier auf dieſe zu beſchränken. Die Behandlung wird eine etwas verſchiedene ſein müſſen, je nachdem alle Dimenſionen einem Vielfachen von halben Steinlängen (Steinbreiten) entſprechen oder je nachdem einzelne oder alle Dimenſionen nicht ohne Reſt durch halbe Steinlängen theilbar ſind, ſondern einen Ueberſchuſs von einem Viertelſtein haben. Es wird dabei angenommen, daſs alle Dimenſionen von Backſteinmauerwerken als Vielfache von Viertelſteinlängen bemeſſen werden. In der Praxis vorkommende Differenzen laſſen ſich leicht ausgleichen.

47. Vielfache von ½ Steinlängen.

Der erſte Fall, daſs alle Dimenſionen eines Mauerkörpers durch halbe Steinlängen ohne Reſt theilbar ſind, iſt der einfachere und mag daher zuerſt zur Behandlung gelangen. Es kommen hierbei die Regeln zur Anwendung, welche für die lothrechte Endigung der Mauern (Fig. 87 bei *a*), die rechtwinkelige Ecke (Fig. 87 bei *b*) und den rechtwinkeligen Anſchluſs einer Mauer an eine andere (Fig. 87 bei *c*) unter Benutzung von Dreiquartieren ſchon aufgeſtellt worden ſind.

Fig. 87.



Das Hauptfächliche derfelben mag hier kurz wiederholt werden. Die beiden zur Herftellung des Blockverbandes nothwendigen Schichten enthalten hiernach für die lothrechte Endigung in der einen Schicht fo viele Dreiquartiere, als die Mauer Steinbreiten dick ift, hinter einander als Läufer, in der anderen immer nur 2 Paar Dreiquartiere als Binder. Bei der rechtwinkeligen Ecke kommen auf jede Seite derfelben abwechfelnd fo viele Dreiquartiere, als die beiden die Ecke bildenden Mauern Steinbreiten in der Dicke zählen, als Läufer, und beim rechtwinkeligen Anfchlufs einer Mauer an eine andere legt man in der einen Schicht in der Verlängerung der anfchliefsenden Mauer und parallel der Richtung derfelben fo viele Dreiquartiere neben einander an die äufsere Flucht der Hauptmauer, als die anfchliefsende Steinbreiten dick ift, während in der darauf folgenden Schicht der Verband der Hauptmauer ununterbrochen durchgeht.

Bei der Anwendung diefer Regeln für complicirtere Mauerkörper, wie fie hier befprochen werden follen, kommt es nun vor allen Dingen darauf an, die Dreiquartiere zuerft und richtig zu legen. Dazu gehört:

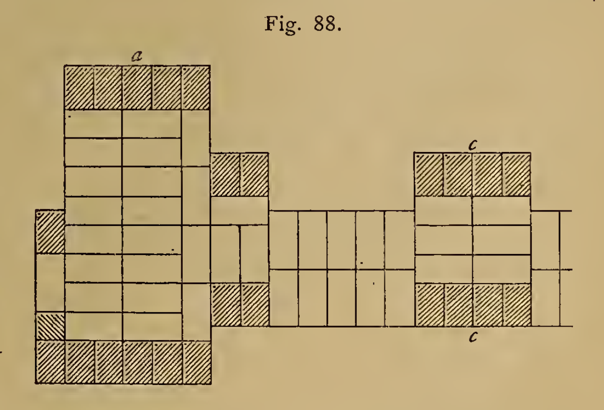
α) Dafs alle Dreiquartiere in einer und derfelben Schicht parallel gerichtet find, oder was daffelbe ift, dafs nur parallele Seiten der Ecken mit Dreiquartieren befetzt werden.

Diefe Forderung wird zum Theil fchon erfüllt, wenn an der früher aufgeftellten Regel, dafs an den Ecken und Maueranfchlüffen in einer Höhe Läufer- und Binderfchichten zufammentreffen follen, feft gehalten wird.

β) Dafs jedem Dreiquartier auf der einen Seite des Mauerkörpers ein anderes eben fo gerichtetes auf der anderen Seite entfprechen mufs.

Der Ort für diefe mit einander correfpondirenden Dreiquartiere ift leicht dadurch zu finden, dafs man die Schichten durch den Seiten parallele Linien aus allen Eckpunkten in rechteckige Streifen zerlegt und die Richtung derfelben in den auf einander folgenden Schichten regelmäfsig wechfeln läfft. Die Enden der Streifen werden, den angeführten Regeln entfprechend, mit den Dreiquartieren befetzt (Fig. 87). Die Zwifchenräume zwifchen den Dreiquartieren werden dann noch regelrecht mit ganzen Steinen unter Zuziehung von Zweiquartieren je nach Bedürfnifs ausgefüllt.

Fig. 88.




In einzelnen Fällen find durch kleine Abweichungen von den angeführten Regeln Vereinfachungen möglich. So läfft fich z. B. dadurch, dafs man auf der linken Seite der Schicht *I* in Fig. 87, Abtheilung *a* die Läuferreihe auf die rechte Seite der Mauer legt, eine einfachere Ausfüllung mit Ganzen erzielen; auch laffen fich die Zweiquartiere bei *c* der Schicht *I* in Fig. 87 vermeiden. Diefe Veränderungen find in Fig. 88 dargeftellt [29]).

Bei Feftftellung der Verbandanordnungen für beliebige Mauerkörper mit rechtwinkeligen Ecken laffen fich anftatt der Dreiquartiere auch die Längsquartiere anwenden. Der Verband mit folchen ift aber fehr unfelbftändig und nicht immer ganz durchführbar. Aus diefen und den fchon früher angeführten Gründen kommt er hier nicht zur Behandlung.

48. Vielfache von $^1/_2$ Steinlängen + $^1/_4$ Steinlänge.

Die Verbandanlagen von Mauerkörpern, deren Dimenfionen nicht reine Vielfache von halben Steinlängen find, fondern zu denen noch Viertelfteinlängen treten, laffen fich nicht nach fo fcharf ausgeprägten Gefetzen beftimmen, wie dies bei denjenigen der Fall ift, deren Dimenfionen durch halbe Steinlängen ohne Reft theilbar find.

[29]) Die Anlage der Mauerverbände von Mauerkörpern mit rechtwinkeligen Ecken wurde zuerft nach allgemeinen Principien von *C. v. Brand* behandelt, in deffen Arbeiten fich Ausführlicheres über diefen Gegenftand findet. Es find dies: Praktifche Darftellung des Ziegelverbandes nach einfachen, allgemeinen, bisher unbekannten Gefetzen. Berlin 1864. — Etwas fafslicher gefchrieben, wenn auch nicht fo vollftändig und fo durchgebildet: Ueber Mauerziegelverband. HAARMANN's Zeitfchr. für Bauhdw. 1862, S. 64.

Es follen diefe Fälle nach den von *v. Brand* angegebenen Methoden hier nur andeutungsweife behandelt werden.

α) Methode des Coupirens. Man ergänzt nach diefer Methode die Dimenfionen fo, dafs alle zu Vielfachen von halben Steinlängen werden, legt für die fo ergänzte Figur den Verband nach den früheren Regeln an und fchneidet darauf das zur urfprünglichen Figur Hinzugefügte wieder ab. Die fich ergebenden kleineren Steintheile werden nach Möglichkeit zu gröfseren vereinigt.

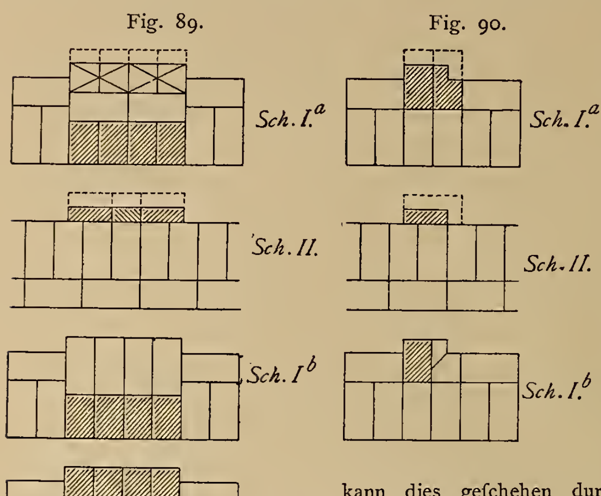



Fig. 89. Fig. 90.

Das zuerft Hinzugefügte, nachher wieder Coupirte ift in den Beifpielen (Fig. 89 u. 90) durch punktirte Linien, die Vereinigung von Steintheilen durch ein Kreuz angedeutet. Auch laffen fich fonft noch Verbefferungen mitunter anbringen, wie die Schicht *I, b* und Schicht *I, c* von Fig. 89 ausweifen.

Bei der Anwendung diefer Methode ergeben fich oft Ausklinkungen von Steinen, die man aber gern zu vermeiden fucht. Es kann dies gefchehen durch Anwendung der Viertelfchrägfuge. Man verfteht darunter eine von einem Winkel des Grundriffes in der Richtung der Halbirungslinie des Winkels ausgehende Fuge von der Länge der Diagonale eines Achtelfteines (Fig. 90, Schicht *I, b*).

β) Methode des Zufammenfchiebens. Diefe Methode findet nur da Anwendung, wo vor einem Hauptkörper von Dimenfionen, die durch halbe Steinlängen ohne Reft theilbar find, kleinere rechteckige Vorlagen fich befinden, deren Dimenfionen (eine oder alle beide) mit Viertelfteinlängen bemeffen werden müffen.

Nach diefer Methode werden beide zum Verband nothwendigen Schichten für den Hauptmauerkörper wie gewöhnlich feft geftellt. Dann wird in einer Schicht um die andere unter Anwendung der Viertelfchrägfuge ein Stück von der Länge der Vorlage und $^1/_4$ Stein breit herausgefchnitten und ein entfprechendes Stück, vergröfsert um die Vorlage, wieder angefchoben. Je nach den Umftänden kommen hierbei ein oder zwei Schrägfugen zur Anwendung (Fig. 91 u. 92). Der Verband der Vorlage wird nach der Coupirmethode beftimmt. Kleinere Steintheile der Vorlage laffen fich mit folchen des Hauptkörpers oft zu gröfseren vereinigen, oder es können auch noch auf andere Weife Verbefferungen im Verband angebracht werden. So liefse fich an Stelle der Schichtanordnung *II* in Fig. 91 mit Vortheil diejenige der Schicht *I, c* in Fig. 89 verwenden.

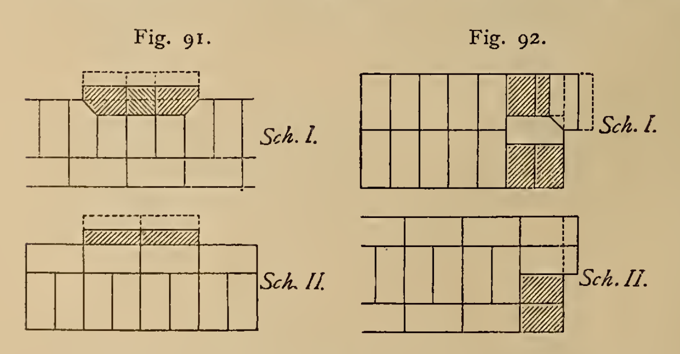
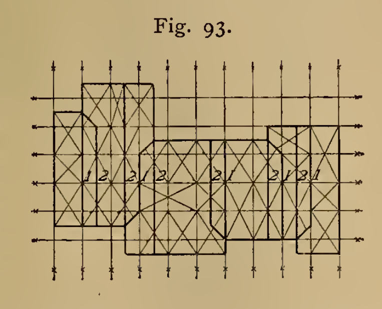



Fig. 91. Fig. 92.

γ) Methode der zuläffigen Fugen. Bei diefer in allen Fällen anwendbaren Methode werden zuerft eine Anzahl Fugen in der Weife beftimmt, dafs man von jedem einfpringenden Winkel aus normal zur Längenrichtung des Grundriffes je zwei Fugen, die Grenzfugen genannt werden follen, zieht. Die eine diefer Grenzfugen bildet die Verlängerung des einen Winkelfchenkels; die andere läuft parallel der erfteren und beginnt am inneren Ende einer Viertelfchrägfuge. In jeder der beiden

zur Bildung des Verbandes nothwendigen Schichten wird von den Grenzfugen für jeden einſpringenden Winkel eine genommen, dieſe aber ſo gewählt, daſs zwiſchen den Grenzfugen ſich Abtheilungen ergeben, deren Breite einem Vielfachen von halben Steinlängen entſpricht. Die für die eine Schicht nicht benutzten Grenzfugen kommen in der anderen zur Verwendung. Zur Beſtimmung der übrigen Fugen legt man über den Grundriss ein Netz von parallelen, rechtwinkelig ſich kreuzenden Linien in Entfernungen von je $^1/_2$ Steinlänge. Die erſte der Parallelen zur Längenrichtung des Grundriſſes läſſt man am inneren Endpunkte einer Viertelſchrägfuge beginnen. Jede Viertelſchrägfuge, die an ihrem inneren Endpunkte nicht von einer der Parallelen getroffen wird, iſt aufzugeben.

Fig. 93.



In Fig. 93 ſind die Grenzfugen der erſten Schicht mit *1*, die der zweiten mit *2* bezeichnet; die ſich kreuzenden Parallelen für die erſte Schicht ſind mit dünnen Linien angegeben. Die Parallelen der einen Schicht müſſen von denen der anderen um $^1/_4$ Stein entfernt liegen. Die Linien des Netzes geben dann alle zuläſſigen Fugen an, die nun in thunlichſt geſchickter Weiſe zu möglichſt vielen ganzen Steinen zuſammengefaſſt werden. Die Beſtimmung der auſser den Grenzfugen weiter zuläſſigen Fugen kann für die ganze Grundriſsfigur gleichmäſsig erfolgen oder für jede Abtheilung beſonders. Das letztere Verfahren liefert häufig beſſere Löſungen, iſt aber im Allgemeinen umſtändlicher. In Bezug auf das Nähere dieſes Verfahrens muſs auf das in Fuſsnote 29 citirte Werk von *v. Brand* verwieſen werden. In Fig. 93 iſt eine auf Grundlage der erwähnten Vorarbeiten mögliche Steinvertheilung der erſten Schicht durch Kreuze angedeutet.

Nach der Erörterung der allgemeinen Grundſätze und der zur Vereinfachung der Arbeit anwendbaren Methoden wird es nun leicht ſein, öfter im Bauweſen vorkommende Specialfälle zu behandeln. Solche Fälle ſind: Pfeilervorlagen von Mauern, Eckverſtärkungen, Thür- und Fenſterpfeiler, frei ſtehende Pfeiler (Freiſtützen), Mauern und Pfeiler mit Hohlräumen etc.

49.
Pfeilervorlagen; Eckverſtärkungen; Niſchenecken.

Häufig werden Verſtärkungen von Mauern nothwendig, die entweder, in gewiſſen Abſtänden wiederkehrend, von einfach rechteckigem oder reicher gegliedertem Querſchnitt den Mauerfluchten vorgelegt werden — die ſog. Pfeilervorlagen, oder welche die Stabilität der Mauerecken erhöhen ſollen und die dann nach auſsen oder nach innen vorſpringen können — die äuſseren und inneren Eckverſtärkungen. Im Gegenſatz zu dieſen Verſtärkungen kommen auch Schwächungen der Mauerkörper durch Niſchen vor, deren Eckbildungen — die Niſchenecken — beſondere Behandlung verlangen.

Fig. 94.

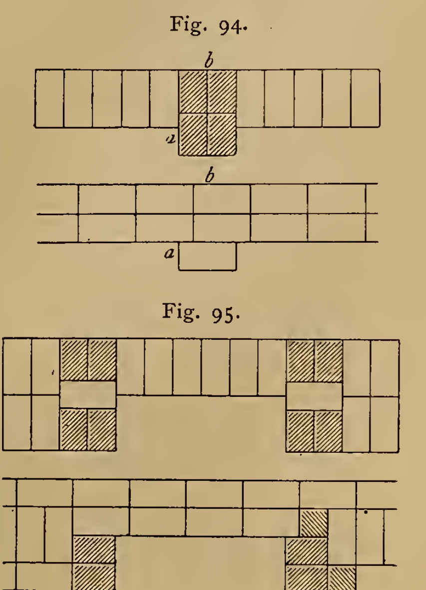



Fig. 95.

Es können dieſe Fälle mit Hilfe der bekannten gewöhnlichen Regeln über die Bildung des lothrechten Mauerabſchluſſes, des Maueranſchluſſes und der Mauerecke gelöst werden.

So zeigt ſich z. B. in Fig. 94, 96 u. 99 in *a* der Mauerabſchluſs und in *b* der Maueranſchluſs zur Anwendung gebracht. Erleichtert wird jedoch auch in dieſen oft einfachen Fällen die Verlegung der Dreiquartiere durch die oben empfohlene Zerlegung der Schichten in rechteckige Streifen, was natürlich bei den complicirteren Fällen noch mehr zur Geltung gelangt. Daſs aber dieſes Verfahren, wie überhaupt

Fig. 96. Fig. 97. Fig. 98.

Fig. 99. Fig. 100. Fig. 101.

Fig. 102.

Fig. 103.

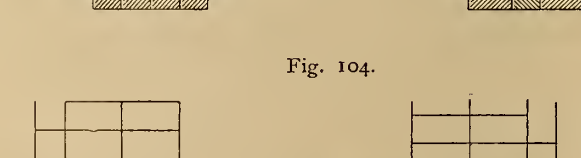
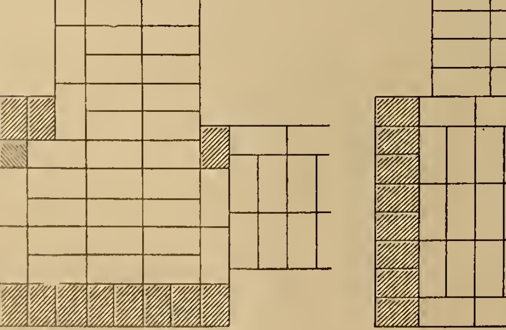


Fig. 104.



jede Handhabung von Regeln, nicht blofs mechanifch, fondern mit Ueberlegung angewendet werden follte, zeigt das Beifpiel in Fig. 100, im Vergleich zur Löfung derfelben Aufgabe in Fig. 99. Durch eine kleine Abweichung von der Regel, die in Fig. 99 ftreng durchgeführt ift, wurde eine ganz wefentliche Herabminderung des Verbrauches an Dreiquartieren und vermehrte Verwendung von ganzen Steinen erzielt.

In Fig. 94, 96, 99, 100 u. 103 find Beifpiele von Pfeilervorlagen, in Fig. 104 ein folches einer äufseren und in Fig. 97 u. 98 folche von inneren Eckverftärkungen gegeben. Fig. 95 zeigt eine Nifchenbildung.

50. Thür- und Fenſterpfeiler.

Die Thür- und Fenſterpfeiler erhalten im reinen Backſteinbau nach dem Lichten der Oeffnung zu Vorlagen, ebenfalls von Backſteinen, welche den Anſchlag der Oeffnungsverſchlüſſe bilden ſollen. Die Breite des Anſchlages, ſo wie die Tiefe und Bildung der Laibung der Oeffnung wechſeln nach Bedürfniſs, desgleichen die Länge der Pfeiler. Verſchiedene Verhältniſſe ſind in den Beiſpielen Fig. 101, 102, 105 bis 109 berückſichtigt, die keiner beſonderen Erläuterung bedürfen. Nur zu Fig. 107 ſei bemerkt, daſs darin die Länge des Pfeilers einer Zahl von halben Steinlängen plus einer Viertelſteinlänge entſpricht und ſich daraus die einfache Umgeſtaltung der Verbandanlage von Fig. 106 ergiebt.

Fig. 105.

Fig. 106.

Fig. 107.

Fig. 108.

Fig. 109.

Ueber die Art und Weiſe, wie die leicht aus dem Verband lösbaren Quartierſtücke des Anſchlages durch Formſteine zu vermeiden ſind, wird das Nöthige in Abth. III, Abſchn. 1, B (bei Beſprechung der Wand-Oeffnungen) mitgetheilt werden.

51. Freiſtützen ohne Vorlagen.

Die Verbände für Freiſtützen oder frei ſtehende Pfeiler ergeben ſich ſofort, wenn man dieſelben als kurze Mauerſtücke anſieht, durch Aneinanderſchieben der betreffenden lothrechten Mauerendigungen. Da bei den Pfeilern die Belaſtung der Flächeneinheit in der Regel gröſser iſt, als bei Mauern, ſo iſt namentlich bei ihnen der Verband möglichſt correct und aus möglichſt vielen groſsen Stücken herzuſtellen, und daher beſonders bei Freiſtützen der unſolide Verband mit Quartierſtücken und Längsquartieren zu vermeiden oder auf Fälle zu beſchränken, wo er nicht zu umgehen iſt. Deſswegen ſind denn auch hier keine derartigen Beiſpiele gegeben worden.

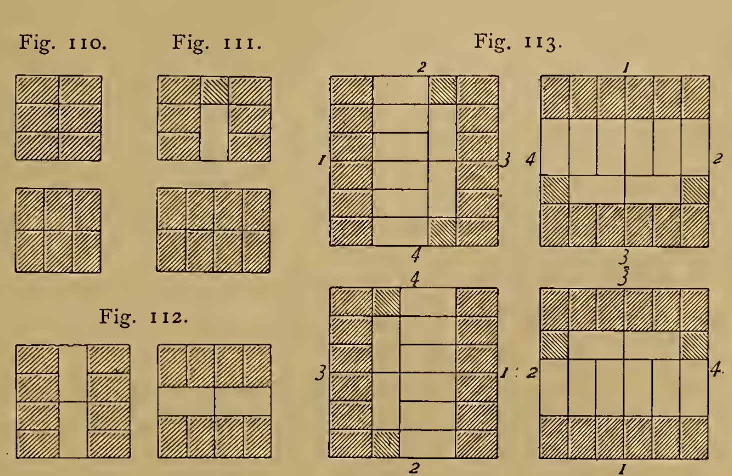


Fig. 110. Fig. 111. Fig. 112. Fig. 113.

Wie die beigefügten, nur mit Hilfe von Dreiquartieren, bezw. Zweiquartieren conſtruirten Beiſpiele (Fig. 110 bis 113) zeigen, ergiebt ſich bei Pfeilern mit quadratiſchem Grundriſs der Verband der zweiten Schicht aus dem der erſten ſofort durch Drehung um 90 Grad. Das Kreuzverbandsmuſter kann erſt zur Anwendung gelangen, wenn eine

Seite des Pfeilers mindeſtens 3 Steine lang iſt. In Fig. 113 iſt derſelbe an einer quadratiſchen Freiſtütze von 3 Stein Seitenlänge in ſeinen vier Schichten durchgeführt. Es ergiebt ſich hierbei auch eine Schicht aus der anderen durch Drehung um 90 Grad. Es iſt dies durch die Numerirung der Seiten verdeutlicht.

52. Freiſtützen mit Vorlagen.

Freiſtützen mit rechteckigem Kern und Vorlagen auf drei oder allen vier Seiten entſprechen dem rechtwinkeligen Anſtoſs oder der Durchkreuzung von zwei Mauern mit nahe gerückten lothrechten Endigungen und bieten daher nichts Neues für die Betrachtung. Eben ſo iſt es mit Pfeilern von unregelmäſsigem Grundriſs, die nach den allgemein giltigen Regeln für beliebige Mauerkörper mit rechtwinkeligen Ecken zu behandeln ſind. Wir können uns daher hier auf Vorführung einiger oft vorkommenden Beiſpiele (Fig. 114 bis 120) von Freiſtützen mit quadratiſchem Kern und allſeitigen gleich groſsen Vorlagen, den ſog. Kreuzpfeilern, beſchränken.

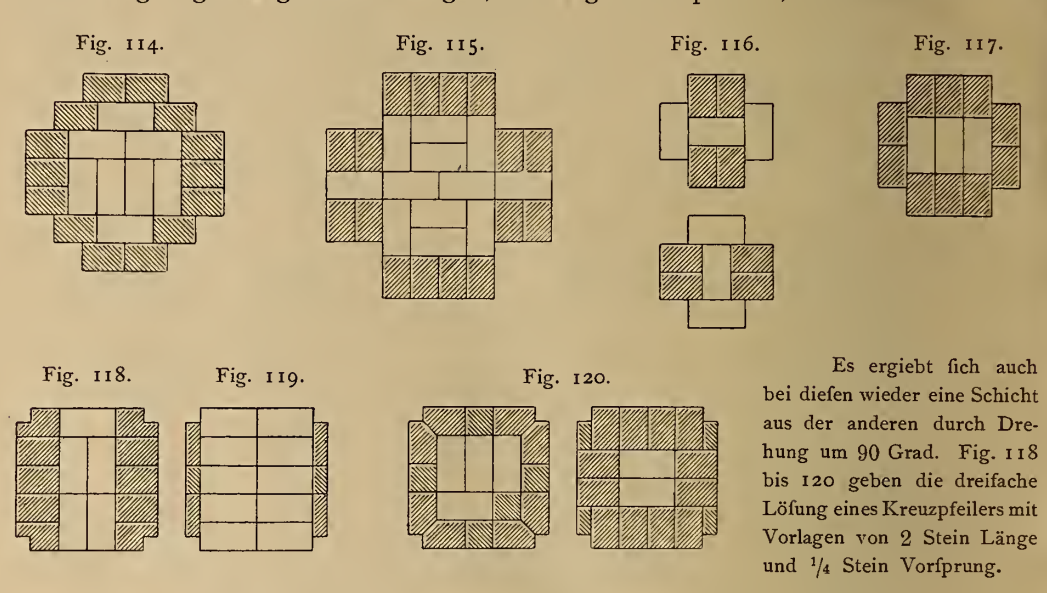

Fig. 114. Fig. 115. Fig. 116. Fig. 117.

Fig. 118. Fig. 119. Fig. 120.

Es ergiebt ſich auch bei dieſen wieder eine Schicht aus der anderen durch Drehung um 90 Grad. Fig. 118 bis 120 geben die dreifache Löſung eines Kreuzpfeilers mit Vorlagen von 2 Stein Länge und 1/4 Stein Vorſprung.

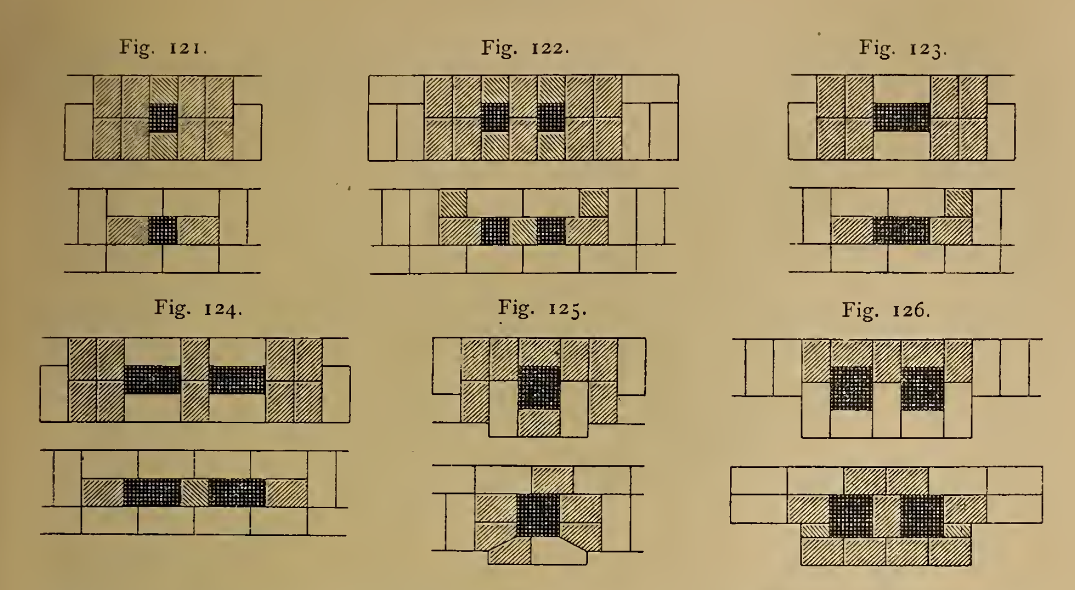
## 5) Mauerkörper mit rechtwinkeligen Hohlräumen.

53. Hohles Mauerwerk.

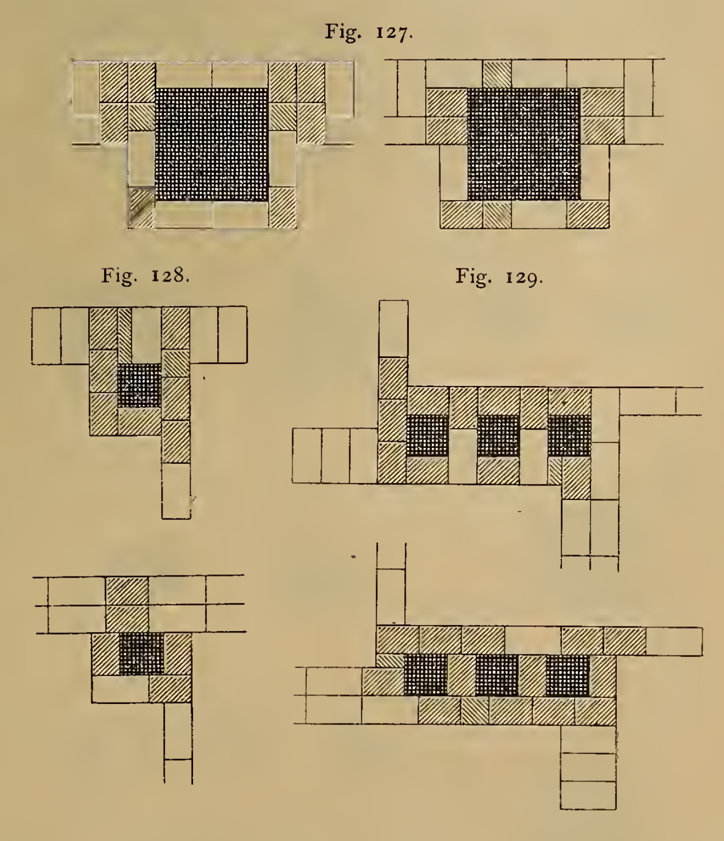
In den Mauerkörpern ſind vielfach vertical aufſteigende Höhlungen anzubringen, und zwar eineſtheils zur Herſtellung von Rauch-, Heiſsluft- und Lüftungs-Canälen, ſo wie zur Unterbringung von Waſſer-, Heiz- und anderen Rohren, anderentheils aber, um in den Mauern iſolirende Luftſchichten zur Warm- und Trockenhaltung der Gebäude und zur Verhinderung der Fortpflanzung des Schalles zu beſchaffen, bezw. um Mauermaterial zu ſparen. — Die aufſteigenden Canäle zu den angegebenen Zwecken können einzeln oder auch in Gruppen in Mauern oder Pfeilern angeordnet werden. Sie können rechtwinkeligen, polygonalen oder runden Querſchnitt haben. Wir beſchäftigen uns hier zunächſt nur mit den rechteckigen, während bezüglich der anderen Querſchnittsformen auf das bei den polygonalen und runden Mauerkörpern mit Hohlräumen Folgende, ſo wie auf das in Theil III, Band 4 dieſes »Handbuches« (Abth. IV, Abſchn. 4, B, Kap. 4, c) Geſagte verwieſen werden kann.

54. Verticale Canäle in Mauern.

Die Querſchnitte rechtwinkeliger, vertical aufſteigender Canäle ſind zwar vom Zwecke abhängig und werden häufig durch Berechnung beſtimmt; immerhin ſollten dieſelben aber zur Erleichterung der Conſtruction ſo bemeſſen werden, daſs die Dimenſionen zu den Ziegelformaten in einer gewiſſen Beziehung ſtehen. Es ergeben ſich daher gewiſſe, oft wiederkehrende Querſchnittsformen, die ſich von 1/4 Stein zu 1/4 Stein abſtufen. So z. B. 1/2 Stein × 1/2 Stein, 1/2 Stein × 1 Stein, 3/4 Stein × 3/4 Stein,


Fig. 121. Fig. 122. Fig. 123. Fig. 124. Fig. 125. Fig. 126.

1 Stein × 1 Stein etc. Die angeführten Mafse find auch die für die engen, fog. ruffifchen Schornfteine üblichen, namentlich $^3/_4$ Stein × $^3/_4$ Stein, während für die weiten, befteigbaren Schornfteine die Dimenfionen 1$^3/_4$ Stein × 1$^3/_4$ Stein und 2 Stein × 2 Stein (deutfches Normal-Ziegelformat vorausgefetzt; wegen der Befteigbarkeit ift man an gewiffe abfolute Mafse gebunden) gebräuchlich find. Die Wandungen, fo wie die Scheidewände (Zungen) mehrerer neben einander liegenden Canäle werden in der Regel $^1/_2$ Stein ftark gemacht. Diefe Canäle müffen nicht nur im Allgemeinen ununterbrochen lothrecht auffteigen (wenn man nicht aus irgend welchen Gründen fie in der Richtung der Mauer zu ziehen genöthigt wird); fie müffen auch mit dem anftofsenden Mauerwerk in regelrechtem Verband angelegt werden. Diefen regelrechten Verband erlangt man am beften, wenn man ftreng nach den für beliebige Mauerkörper angegebenen Regeln verfährt und zur Erleichterung des Verfahrens die Schichten durch den Seiten parallele Linien aus allen Ecken und Winkeln in Streifen zerlegt, deren Enden mit in der


Fig. 127. Fig. 128. Fig. 129.

Richtung der Streiſen liegenden Dreiquartieren in der dem ſpeciellen Fall entſprechenden Zahl beſetzt werden. In den auf einander folgenden Schichten muſs natürlich die Richtung der Parallelen wechſeln; auch iſt auf richtigen Stoſsfugenwechſel bei Herſtellung der $^1/_2$ Stein ſtarken Canalwände zu achten. Im Uebrigen wird auf das früher Geſagte verwieſen. Bei den Canälen, deren Dimenſionen nur in Viertelſteinlängen ausdrückbar ſind, iſt die Anwendung von Quartierſtücken nicht zu umgehen. Beiſpiele für Canäle, einzeln oder zu zweien neben einander, in der Mauerſtärke untergebracht oder Vorſprünge vor denſelben bildend, liefern Fig. 121 bis 127. Die Verbandweiſe bei mehr als zwei neben einander liegenden Canälen iſt ſehr leicht aus der für zwei dergleichen gegebenen zu ermitteln. Beiſpiele für Verbände mit Anwendung von Längsquartieren und für quadratiſche Canäle von 1 Stein Weite finden ſich in Theil III, Band 4 dieſes »Handbuches« (S. 149).

Fig. 128 u. 129 bieten Beiſpiele für die Anordnung von Canälen in Mauerkreuzungen. Sie ſind hierbei oft, wie Fig. 129 zeigt, bei geſchickter Dispoſition der Mauern, ſo anzubringen, daſs ſie keine Vorſprünge in den Räumen bilden.

55. Verticale Canäle in Pfeilern.

Mit Mauern nicht in Verbindung gebrachte Canäle, einzeln oder in Gruppen neben einander, bilden Hohlpfeiler, wie ſie namentlich für Schornſteine von den

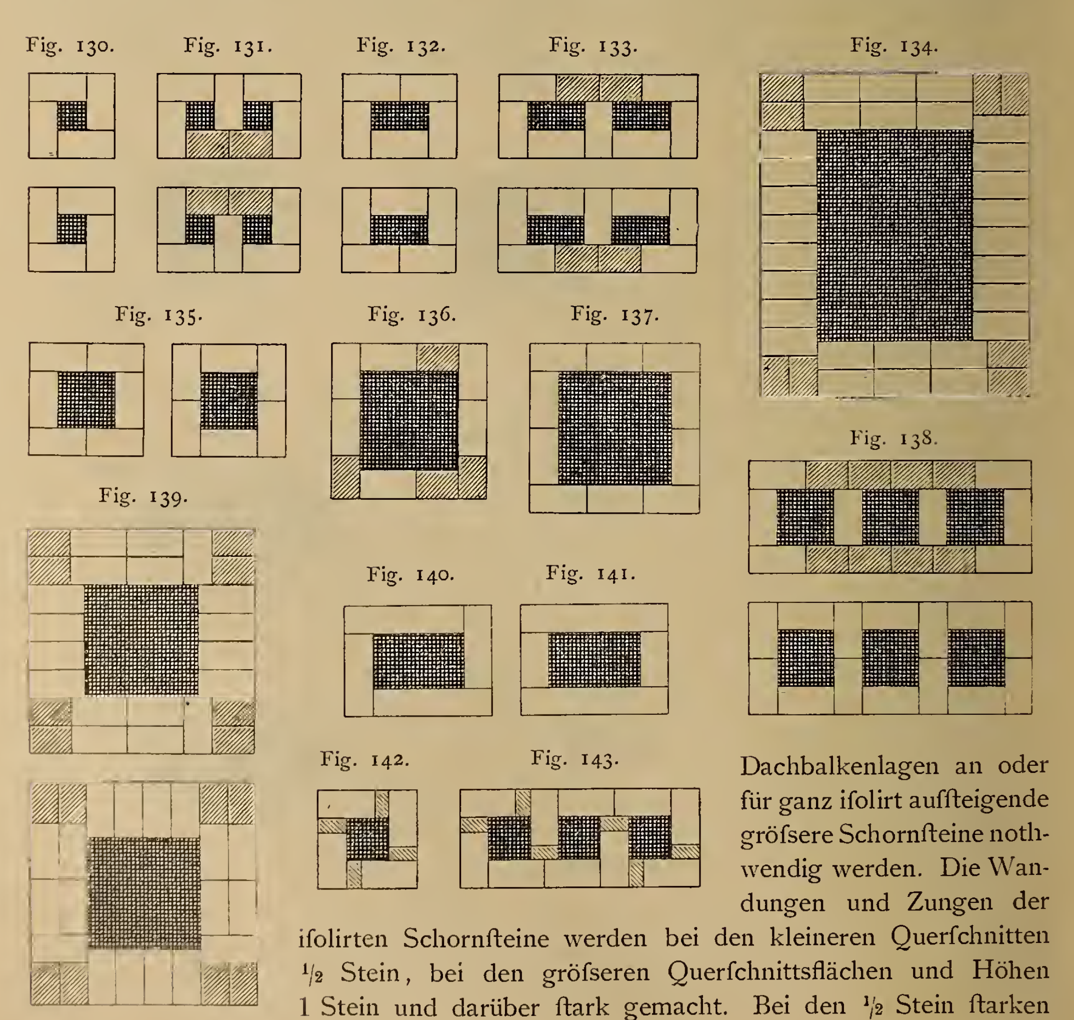


Fig. 130. Fig. 131. Fig. 132. Fig. 133. Fig. 134. Fig. 135. Fig. 136. Fig. 137. Fig. 138. Fig. 139. Fig. 140. Fig. 141. Fig. 142. Fig. 143.

Dachbalkenlagen an oder für ganz iſolirt aufſteigende gröſsere Schornſteine nothwendig werden. Die Wandungen und Zungen der iſolirten Schornſteine werden bei den kleineren Querſchnitten $^1/_2$ Stein, bei den gröſseren Querſchnittsflächen und Höhen 1 Stein und darüber ſtark gemacht. Bei den $^1/_2$ Stein ſtarken

Wandungen wird der früher befprochene Läufer- oder Schornfteinverband angewendet. Beifpiele für verfchiedene Dimenfionen der Canäle, einzeln und zu mehreren neben einander, bieten Fig. 130 bis 133, 135 bis 138, 142 u. 143.

Fig. 134 u. 139 geben Beifpiele von gröfseren Querfchnittsflächen und 1 Stein ftarken Wandungen. In Fig. 139 ift der Hohlraum quadratifch von 2 Stein Seitenlänge, in Fig. 134 rechteckig von $2^3/_4 \times 3^3/_4$ Stein Seitenlänge. Die Eckanlagen mit Dreiquartieren find für beide Fälle verfchieden. Die Anordnung der Eckfugen für ähnliche Fälle ift aus den fchematifchen Figuren 140 u. 141 erfichtlich. Fig. 141 giebt die Anordnung, wenn die Seiten-Dimenfionen durch halbe Steinlängen ohne Reft mefsbar find, Fig. 140 dagegen die Anordnung, wenn die Seiten fich nur durch Viertelfteinlängen ausdrücken laffen.

Wie fchon angeführt, werden Mauern mit Hohlräumen, die fog. **Hohlmauern**, hergeftellt, um in ihnen ifolirende Luftfchichten zu erhalten oder fie in ihrer Materialmaffe zu verringern. Der erftere Grund wird namentlich bei Umfaffungsmauern vorliegen, der zweite befonders bei Scheidemauern aus conftructiven oder ökonomifchen Rückfichten. In beiden Fällen kann es nicht, wie bei den Canälen, darauf ankommen, dafs die Hohlräume ununterbrochen vertical durchlaufen; im Gegentheile, es werden bei der grofsen Längenerftreckung derfelben (fie find fo lang wie die Mauern zu machen) Unterbrechungen durch Steine nothwendig, welche die beiden Frontfeiten zufammenbinden, um ihnen den durch die Hohlräume genommenen Theil ihrer Stabilität wieder zurückzugeben. Bei den Umfaffungsmauern mit ifolirenden Luftfchichten hält man in der Regel die äufsere Hälfte mindeftens 1 Stein ftark, weil man die Stärke von

56. Hohlmauern.

Fig. 144.

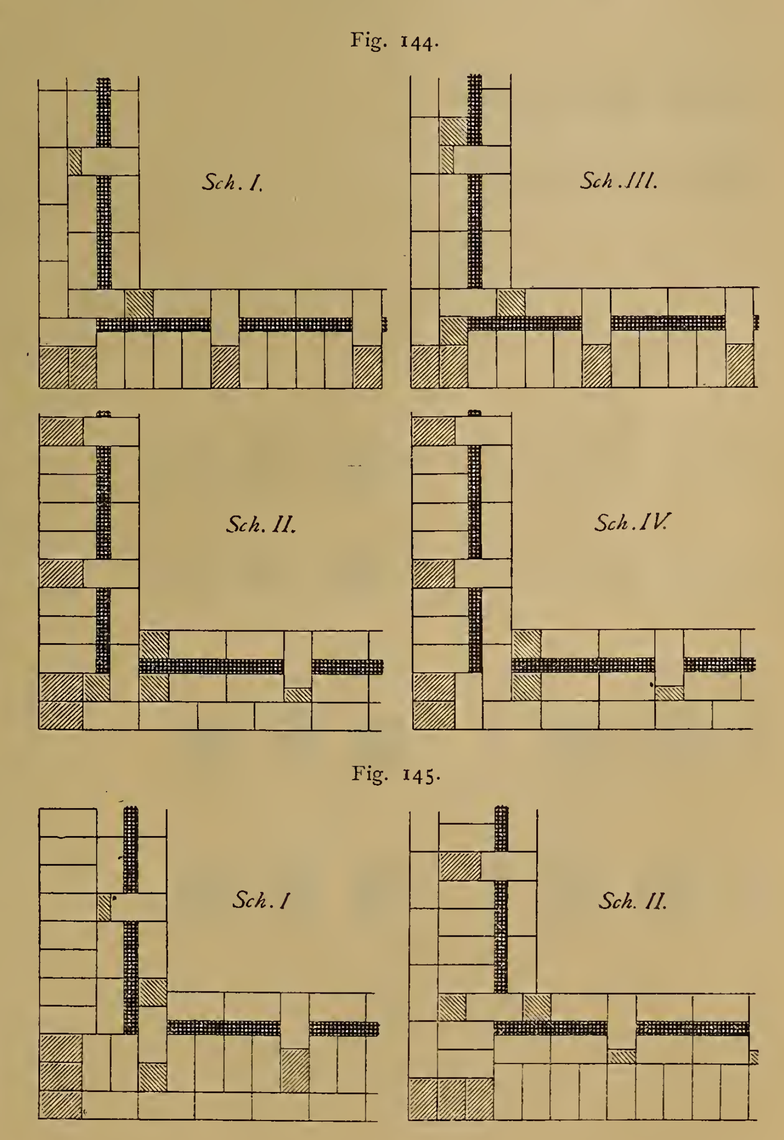



Fig. 145.

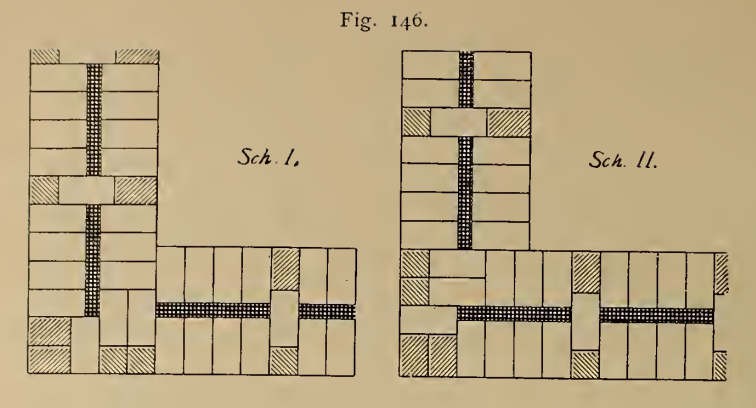


Fig. 146.

$^1/_2$ Stein gegen das Durchfchlagen der Feuchtigkeit für nicht genügend erachtet. Der innere Theil ergiebt fich dann bei Mauern von nur $1^1/_2$ Stein Stärke $^1/_2$ Stein dick, was für diefen Theil, wenn er Balken zu tragen hat, zu wenig ift. Diefer Gegenftand wird ausführlich in Abth. III, Abfchn. 1, A, Kap. 2 befprochen werden. Der Luftfchicht giebt man $^1/_4$ Stein oder $^1/_2$ Stein Breite.

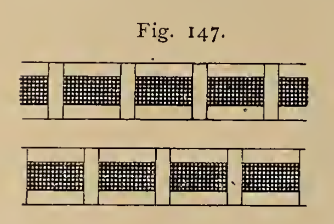
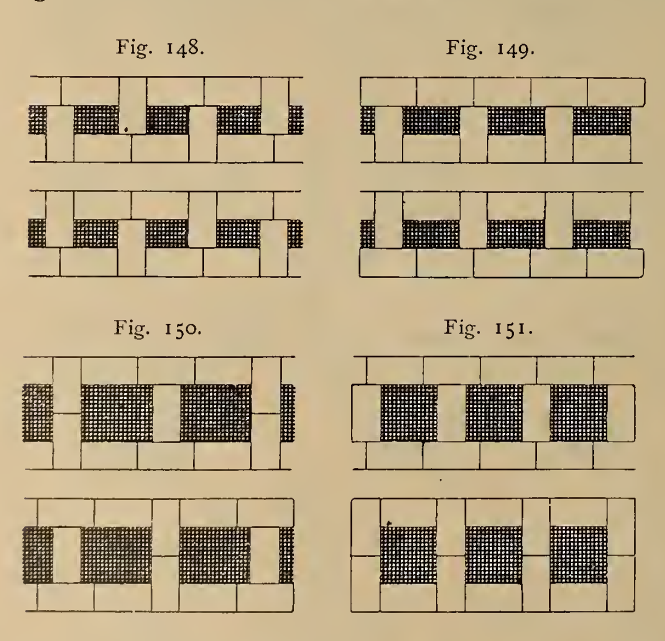

Fig. 147.

Fig. 144 zeigt die zur Einrichtung des Kreuzverbandes an den Aufsenfeiten nothwendigen vier Schichten der mit Luftfchicht $1^3/_4$ Stein ftarken Mauern einer Gebäudeecke, Fig. 145 die zwei Schichten für die im Blockverband herzuftellende Ecke zweier mit Luftfchicht $2^1/_4$ Stein ftarken Mauern. Die Durchbinder oder Ankerfteine, welche die beiden Fronten der Mauern zufammenhalten, find in Abftänden von ca. 2 Steinlängen anzuordnen.

Bei den $2^1/_4$ Stein ftarken Mauern läfft fich der Hohlraum auch in die Mitte legen und dann mit Vortheil der Binderverband verwenden (Fig. 146). Es hat diefe Anordnung noch den Vorzug, dafs für die Stockwerksgebälke in dem 1 Stein ftarken inneren Theil eine folide Untermauerung gefchaffen wird.


Fig. 148. Fig. 149. Fig. 150. Fig. 151.

Bei denjenigen Hohlmauern, die nicht Schutz gegen von einer Seite zur Wirkung gelangende Feuchtigkeit bieten follen, wie dies in der Regel bei Scheidemauern der Fall ift, und die nicht als Trag- oder Stützwände zu dienen haben, können die beiden Fronten unbedenklich $^1/_2$ Stein ftark gehalten werden. Es ergiebt fich dann bei regelmäfsiger Anordnung von Binderfteinen ein Verband, den man als Käftelverband bezeichnet. Unter Umftänden können dabei auch hochkantig geftellte Steine zur Verwendung gelangen. Es gewährt dies die Möglichkeit der Herftellung von 1 Stein ftarken Mauern als Hohlmauern (Fig. 147). Beifpiele von $1^1/_2$ Stein ftarkem Käftelmauerwerk geben Fig. 148 u. 149, von folchem 2 Stein

ftark dagegen Fig. 150 u. 151. Es geht aus diefen Beifpielen hervor, dafs fich das Käftelmauerwerk auf verfchiedene Weife herftellen läfft[30]).

6) Mauerkörper mit fchiefen Ecken und Winkeln.

57. Grundfätze.

Da die Geftalt der gewöhnlichen Backfteine ohne Weiteres die Bildung von fchiefwinkeligen Mauerkörpern nicht zuläfft, fo müffen diefelben zu diefem Zweck entfprechend zugehauen werden, oder man mufs fich befonderer Formfteine bedienen. Wie fchon bei Gelegenheit der Befprechung des fchiefwinkeligen Zufammenftofses von Mauern ausgeführt wurde, verlieren die Mauerfteine beim Verhauen an gutem Ausfehen, an Feftigkeit und an Witterungsbeftändigkeit. Es wird daher das Verhauen der Steine nur dann zuläffig erfcheinen, wenn der Bedarf an zugehauenen Steinen ein geringfügiger ift oder wenn die Mauerflächen geputzt werden. Aber auch in letzterem Falle wird man die Anwendung von fehr kleinen Stückchen, fo wie den fpitzwinkeligen Auslauf der Fugen in den Aufsenflächen zu vermeiden fuchen müffen.

In allen Fällen, wo fchiefe Winkel an einem Bauwerke in gleicher Gröfse oft wiederkehren, namentlich bei Backftein-Rohbauten, wird fich die Verwendung von Formfteinen für die Ecken empfehlen. Aufser der Beachtung der allgemein giltigen Verbandregeln werden hierbei für die Bildung diefer Formfteine gewiffe Grundfätze feft zu halten fein, welche etwa die folgenden find: Die Formfteine follen die Gröfse der gewöhnlichen Backfteine nicht wefentlich überfteigen (die Dicke ift immer genau beizubehalten); der Verband ift mit möglichft wenigen verfchiedenen Formfteinen herzuftellen; die Stofsfugen follen normal zu den Aufsenflächen der Mauerkörper laufen.

58. Thür- und Fenfter-laibungen.

Ein fehr häufig vorkommender Fall, bei dem man fich aber in der Regel der gewöhnlichen Backfteine bedienen wird, ift die Anordnung von abgefchrägten Laibungen der Thür- und Fenfterpfeiler. Das gewöhnliche Verfahren hierbei ift das in Fig. 152 dargeftellte, wonach man fich zunächft den Verband für rechtwinkelige Laibungen auffucht und durch die gewünfchte Schräge der Laibung die von den Mauerenden abzuhauenden Steinftücke beftimmt. Ein anderes Verfahren giebt Fig. 153; es find dabei fo gut, als es ging, die Regeln für ftumpfwinkelige Mauerecken befolgt, die Stofsfugen faft alle normal zu den äufseren Mauerfluchten, die fpitzen Winkel der Steine möglichft in das Innere des Mauerkörpers verlegt worden. Trotz dem ift zuzugeben, dafs durch diefes Verfahren ohne Verwendung von Formfteinen keine grofsen Vortheile zu erzielen find.

Fig. 152.

Fig. 153.

Fig. 154.

59. Dreieckige Pfeilervorlagen.

Seltener ift der Fall, dafs Mauerfluchten unter fchiefen Winkeln einfchneidende Pfeilervorlagen einzubinden find. Das Einbinden erfolgt dann etwa in der in Fig. 154 mitgetheilten Weife.

30) Ueber die Herftellung von Hohlmauern mit Hilfe von Hohlfteinen wird fpäter (Abth. III, Abfchn. 1, Kap. 2) die Rede fein.

60. Polygonale Freiſtützen.

Häufiger ſind polygonale Freiſtützen herzuſtellen, und unter dieſen am häufigſten regelmäſsig achteckige. Fig. 155 giebt eine Schicht einer ſolchen von $2^1/_2$ Stein Stärke für Herſtellung aus gewöhnlichen Backſteinen. Durch fortgeſetzte Drehung dieſer Schicht um 45 Grad kann ein vierfacher Wechſel der Fugenrichtung in vier auf einander folgenden Schichten erzeugt werden. Es entſpricht demnach dieſe Verbandanordnung allen Anforderungen an Fugenverwechſelung und Ueberdeckung der Steine in den auf einander folgenden Schichten, während ſie andererſeits in dem ſtark ſpitzwinkeligen Auslauf der ſtark verhauenen vier Eckſteine einen bedeutenden Mangel aufweist. Dieſer ſonſt bequem einzurichtende Verband wird daher nur dann anzuwenden ſein, wenn es ſich um Herſtellung weniger und zu putzender Pfeiler handelt. Für andere Fälle iſt die Verwendung von Formſteinen entſchieden anzurathen. Derartige Beiſpiele bieten Fig. 156 u. 157.

Fig. 155.

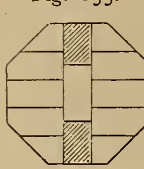


Fig. 156.

Fig. 157.

Fig. 156 zeigt die Verwendung von nur einer Art Formſteinen in allen Schichten, während alle übrigen Steine gewöhnliche Mauerſteine, bezw. Dreiquartiere ſind. In Fig. 157 ſind drei verſchiedene Sorten Formſteine benutzt worden und dabei ein Fugenwechſel erzielt, der dem des Kreuzverbandes entſpricht. Die Einrichtung des Verbandes iſt dabei eine ſehr leichte.

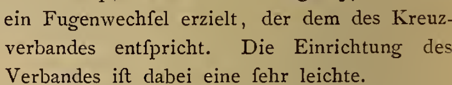
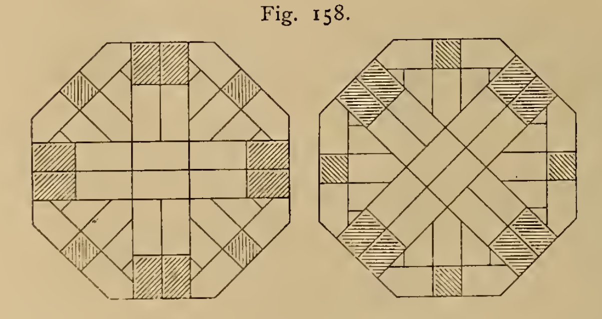


Fig. 158.



In Fig. 158 iſt eine Freiſtütze von $4^1/_2$ Stein Stärke dargeſtellt. Die zweite Schicht iſt durch Drehung der erſten um 45 Grad erzielt. Das Princip der Verbandbildung bei dieſem Beiſpiel iſt auch für noch ſtärkere Pfeiler anwendbar. Es wird nur eine Sorte Formſteine für die Ecken nothwendig.

61. Gegliederte Freiſtützen.

Reicher gegliederte Freiſtützen mit Vorlagen an den Polygonſeiten oder mit Dienſten beſetzte Pfeiler, wie ſie als Stützen von Gewölben oft nothwendig werden, deren auf eine Andeutung zu beſchränkende Behandlung ſich am beſten hier an-

Fig. 159.

Fig. 160.

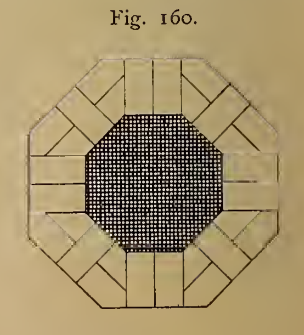
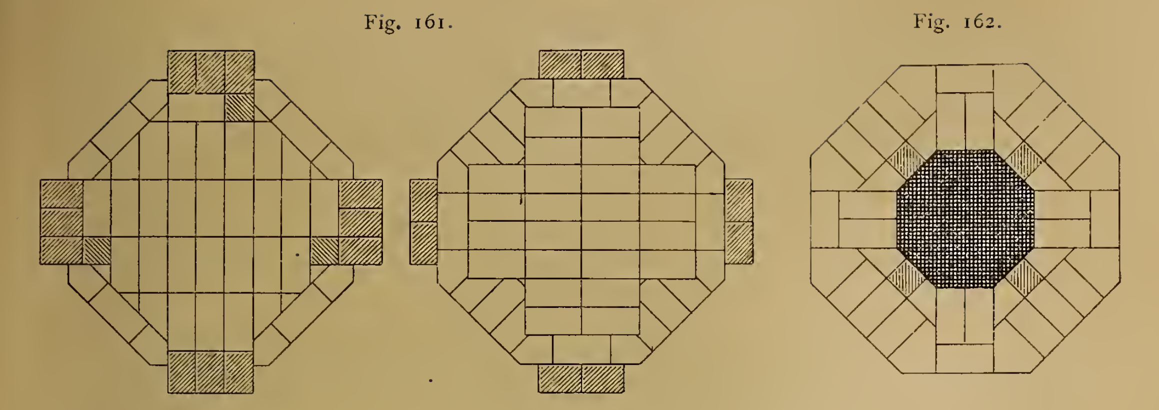


Fig. 161. Fig. 162.



ſchlieſst, ſind immer nur mit Formſteinen und als Rohbau auszuführen. Fig. 159 u. 161 mögen als Beiſpiele genügen [31]).

Auch unter den polygonalen Hohlpfeilern, welche ſo oft als Fabrikſchornſteine Verwendung finden, ſind die von regelmäſsig achteckigem Grundriſs die häufigſten. Es werden bei dieſen, wie bei allen anderen, zunächſt die Regeln angewendet werden müſſen, welche früher für die Bildung der ſtumpfwinkeligen Ecken mitgetheilt wurden, wenn gleich hier die zuſammenſtoſsenden Mauern nur ſehr kurz ſind. Es ergeben ſich dann die in Fig. 160 u. 162 vorgeführten Verbände eines Schornſteines, deſſen innere Achteckſeite 1 Stein lang iſt (der Durchmeſſer des eingeſchriebenen Kreiſes iſt dann gleich 2,414 Steinlängen) und deſſen Wandſtärken 1 Stein oder $1\frac{1}{2}$ Stein betragen. Die zweiten Schichten ſind ſofort durch Drehung der erſten um 45 Grad zu erlangen. 62. Polygonale Hohlpfeiler.

### 7) Runde Mauerkörper.

Für die Herſtellung von runden Mauerkörpern empfiehlt ſich faſt mehr noch als für polygonale die Verwendung von Formſteinen, welche an den in den Mauerfluchten oder concentriſch zu dieſen liegenden Seiten die entſprechende Krümmung und normal zur Krümmung gerichtete Stoſsfugen, alſo die Form von Ringſtücken beſitzen müſſen. Würde man zur Herſtellung runder Mauerkörper die gewöhnlichen rechteckigen Mauerſteine verwenden, ſo erhielte man in jeder Schicht anſtatt der gebogenen Flucht eine polygonale. Die Läuferſchichten würden von der Bogenform noch mehr abweichen als die Binderſchichten, weil ſie nur die halbe Seitenzahl erhielten als die letzteren. Bei groſsen Krümmungs-Radien würden allerdings die Abweichungen von der cylindriſchen Mauerflucht ſo gering ausfallen, daſs ſie nicht ſtören könnten. 63. Gekrümmte Mauern.

Fig. 163.

Fig. 164.

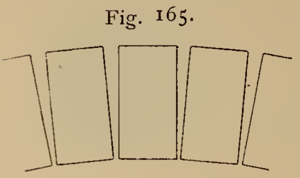
Dieſe Abweichung könnte noch vermindert werden, wenn man anſtatt eines Verbandes mit wechſelnden Läufer- und Binderſchichten nur den Binderverband wählte. In Fig. 163 iſt dieſer Verband für eine 1 Stein ſtarke Mauer, in Fig. 164 jener für eine $1\frac{1}{2}$ Stein ſtarke Mauer gegeben. Im letzteren Falle kamen abwechſelnd auſsen und innen Zweiquartiere zur Verwendung.

---

31) Zahlreiche Beiſpiele finden ſich in dem ſchon in Fuſsnote 26 (S. 30) citirten Werke von *Fleiſchinger & Becker*, dem auch Fig. 159 u. 161 nachgebildet ſind.

Aber auch bei diefer Verbandweife ergeben fich nothwendig von innen nach aufsen zu fich verbreiternde Stofsfugen (Fig. 165). Die Keilform der Stofsfugen wird fich mit abnehmendem Krümmungs-Radius verftärken. Es wäre nun zu unterfuchen, bis zu welchem Minimal-Radius herab man bei gegebener Steingröfse gekrümmte Mauern ausführen könnte, ohne dafs die Keilform der Stofsfugen unzuläffig grofs würde, oder welcher geringfte Radius fich ergiebt, wenn man ein Maximalmafs für die Verbreiterung der Fuge von vornherein feft ftellt.

Fig. 165.



Wir wollen den letzteren Weg einfchlagen und annehmen, dafs die Stofsfugen an der äufseren Mauerflucht das Mafs von 15 mm nicht überfteigen, an der inneren Flucht aber nicht unter 7,5 mm herabgehen dürfen. Unter Fefthaltung des Binderverbandes erhalten wir dann, wie Fig. 166 nachweist, bei der 1 Stein ftarken Mauer die Proportion

$$135 : 127{,}5 = (250 + r) : r,$$

daraus $r = \frac{127{,}5 \cdot 250}{7{,}5} = 4{,}25 \text{ m},$

Fig. 166.

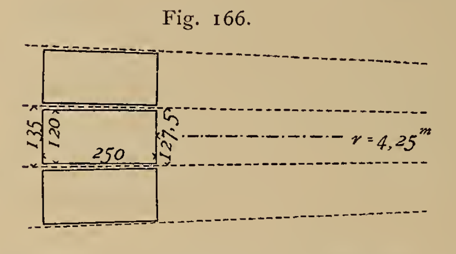
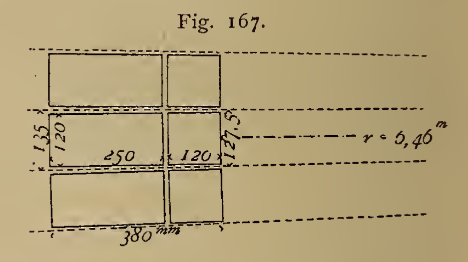



Fig. 167.




wobei $r$ den lichten Radius des gekrümmten Mauerwerkes bezeichnet. Nach Fig. 167 erhalten wir für die 1½ Stein ftarke Mauer

$$135 : 127{,}5 = (380 + r) : r$$

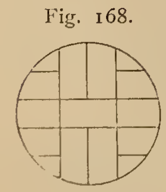
und $r = \frac{127{,}5 \cdot 380}{7{,}5} = 6{,}46 \text{ m}.$

Es würden alfo unter den gemachten Vorausfetzungen 1 Stein ftarke Mauern mindeftens einen Radius von 4,25 m = 17 Steinlängen und 1½ Stein ftarke Mauern einen Minimal-Radius von ca. 6,5 m = 26 Steinlängen erfordern. Auch für noch ftärkere Mauern ergiebt fich als ungefähres Verhältnifs zwifchen Mauerftärke und Radius 1 : 17. Für kleinere Radien oder vielmehr bei gekrümmten Mauern, deren Stärke gröfser als $^1/_{17}$ des lichten Radius ift, wird fich unbedingt das Verhauen der Steine oder noch mehr die Anwendung der befchriebenen Formfteine empfehlen. Mit den letzteren laffen fich dann die gekrümmten Mauern ganz in denfelben Verbänden, wie die geraden ausführen.

64. Runde Freiftützen.

Die Herftellung von Rundpfeilern aus gewöhnlichen Backfteinen giebt fehr fchlechte Refultate, wie das Beifpiel in Fig. 168 zeigt, bei welchem allerdings ein Wechfel von vier Schichten ganz verbandgerecht durch fortgefetzte Drehung um 45 Grad erzielt werden kann. Wenn nun auch die Verwechfelung der Fugen eine regelrechte ift, fo entfpricht doch der Verband anderen nicht minder wichtigen Forderungen nur in geringem Grade.

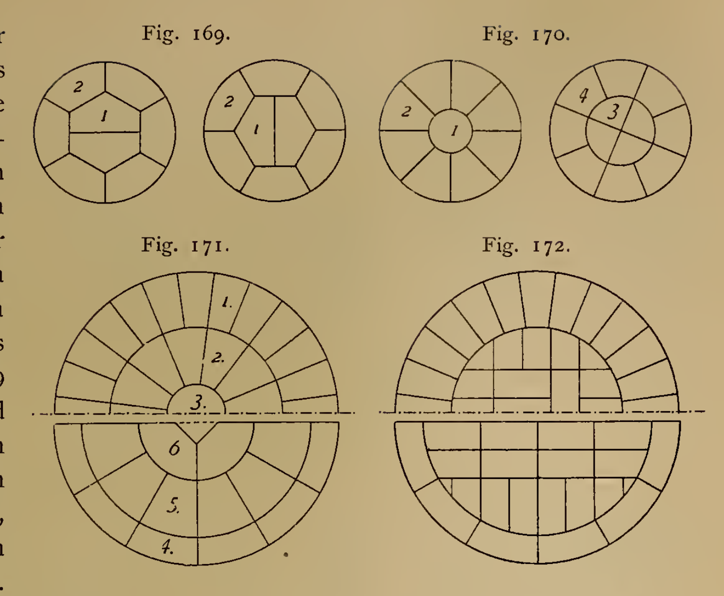
Fig. 168.



Es find in jeder Schicht nur zwei centrale Stofsfugen vorhanden; alle anderen treffen unter zum Theile fpitzem Winkel die Peripherie. Nur ein Stein (der in der Mitte) braucht nicht verhauen zu werden, bei allen übrigen ift dies nothwendig; dabei kommen alle behauenen Flächen in den Umfang zu liegen und eben dahin noch eine Anzahl fehr kleiner Stücke.

In Folge deffen wird fich, abgefehen von fonftigen Nachtheilen, trotz des gröfsten Aufwandes von Mühe und Sorgfalt Seitens des Maurers, immer nur ein fehr

unvollkommen geftalteter Säulen-Cylinder ergeben. Es wird in folchen Fällen die Verwendung von Formfteinen auch pecuniär fich lohnen, namentlich wenn man folche nur an der Peripherie verwendet, den Kern aber aus gewöhnlichen Backfteinen herftellt, wie das Fig. 172 zeigt. In Fig. 169 ift der Formfteinverband für einen 2 bis 2½ Stein ftarken Rundpfeiler in feinen zwei Schichten dargeftellt, wobei man mit zwei Sorten von Formfteinen auskommt. Auch diefer Verband ift mangelhaft, da die ein Sechseck bildenden Zwifchenfugen in den auf einander folgenden Schichten fich nur wenig überdecken und in Folge deffen innerhalb des Pfeilers ein nur wenig unter fich verbundener Mantel und Kern fich bilden werden. Beffere Refultate erzielt man bei Anwendung von vier Formfteinforten (Fig. 170). In Fig. 171 u. 172 find Verbände für 5 Stein ftarke Rundpfeiler dargeftellt. Zur Herftellung von Pfeilern nach Art von Fig. 171 find fechs Sorten von Formfteinen erforderlich.


Fig. 169. Fig. 170. Fig. 171. Fig. 172.

Als Beifpiel ift noch der aus Formfteinen hergeftellte Verband der cannelirten Mittelfchifffäulen der Bafilika zu Pompeji hinzugefügt worden (Fig. 173).

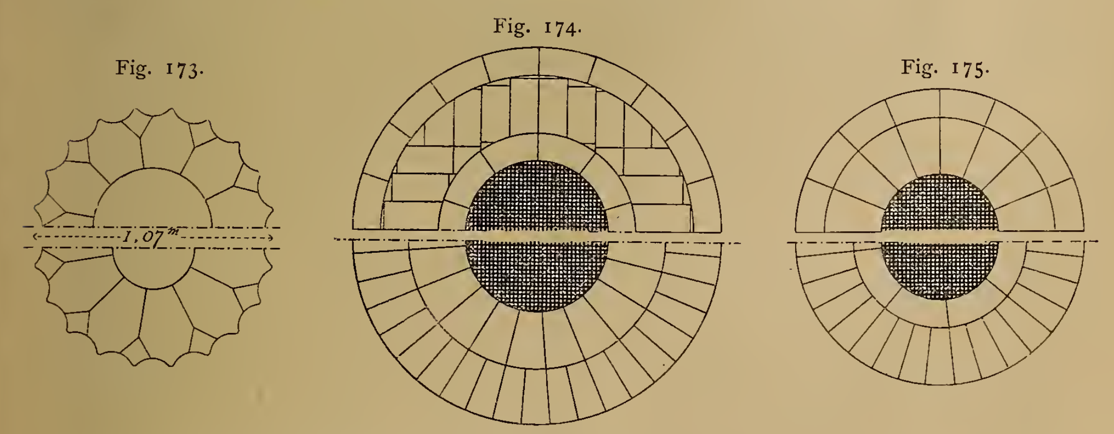


Fig. 173. Fig. 174. Fig. 175.

Von diefen Säulen ftehen jetzt Stümpfe von 1 bis 2m Höhe aufrecht. Die Formfteine find zwar bei allen nach demfelben Syftem gebildet; fie find aber nicht überall in den Dimenfionen gleich. So haben die im Durchmeffer wechfelnden kreisrunden Mittelftücke 52cm und 48cm, bezw. 36cm und 25cm Durchmeffer; dem entfprechend find auch die radialen Stücke verfchieden. Die Lagerfugen find dünn, 3 bis 5mm dick. Die Stofsfugen find fehr verfchieden gemauert. Sie find bei vielen Säulen bis zu 40mm dick zwifchen den radialen Formfteinen; bei anderen find fie wieder dünn gehalten. Ob dies eben fo wie die verfchiedene Gröfse der Steine mit der Herftellung der Säulenverjüngung zufammenhängt, wird fich nur durch genauere Unterfuchung feft ftellen laffen, namentlich der Frage, ob und welche der Säulenftümpfe nach der Ausgrabung etwa neu aufgemauert worden find. Die Cannelüren fcheinen durch Zuhauen hergeftellt worden zu fein. Dafs die Säulen geputzt waren, braucht wohl kaum befonders hervorgehoben zu werden.

Verfchiedene antike Säulenverbände von Backfteinen aus Pompeji und Rom find in Theil II, Band 2 diefes »Handbuches« zu finden.

65. Runde Hohlpfeiler. Fabrikfchornfteine erhalten fehr häufig die Geftalt von Hohlpfeilern mit kreisrundem Grundrifs. Da bei folchen die Ausführung eines Putzes, fowohl innen als aufsen, unzweckmäfsig ift, fo müffen diefelben unter allen Umftänden an den äufseren und inneren Flächen aus Formfteinen hergeftellt werden (Fig. 175). Bei gröfseren Mauerftärken können dabei im Inneren des Mauerwerkes wohl auch theilweife gewöhnliche Backfteine Verwendung finden, wofür Fig. 174 ein Beifpiel giebt.

Es mag hier noch angeführt werden, dafs man in neuerer Zeit zur Herftellung von Fabrikfchornfteinen, fowohl runden als polygonalen, die Verwendung von Hohlfteinen befonders empfiehlt.

### 8) Bogenverband.

66. Fugenflächen und Fugenlinien. Die Stein-Conftructionen zur Ueberdeckung von Räumen und Oeffnungen müffen wie alle Mauerwerke nach den allgemeinen Gefetzen hergeftellt werden, wie fie im 1. Kapitel vorgeführt wurden. Es find danach die für diefe Zwecke zur Anwendung gelangenden Gewölbe aus Schichten herzuftellen, deren Lagerflächen im Allgemeinen normal zur Richtung des Hauptdruckes liegen. Es führen dem entfprechend bei den Gewölben die fo gelegenen Fugenflächen den Namen Lagerflächen und die Durchdringungen derfelben mit den Anfichtsflächen der Gewölbe die Bezeichnung Lagerfugen; alle übrigen Fugenflächen und Fugen nennt man Stofsflächen, bezw. Stofsfugen. Die Richtung des Fugendruckes ift in den Gewölben eine wechfelnde; fie folgt einer gekrümmten Drucklinie. Die Schichten eines Gewölbes können demnach nicht von parallelen Lagerflächen begrenzt fein; fondern es müffen die letzteren convergiren. Gewöhnlich ift die Drucklinie nicht concentrifch zur Wölblinie oder Bogenlinie des Gewölbes. Da man aber um des Ausfehens willen und um fpitzwinkelige Aufsenkanten der Wölbfteine zu vermeiden, die Lagerfugen normal zur inneren Wölblinie annimmt, bei Kreisbogen alfo radial gerichtet, fo ergiebt fich daraus für die Lagerflächen faft immer eine von der theoretifch richtigen abweichende Lage.

67. Verband. Diefe Abweichung darf nach den Auseinanderfetzungen des 1. Kapitels ein gewiffes Mafs nicht überfchreiten, wenn ein Gleiten der Wölbfteine auf einander ausgefchloffen fein foll. Hierauf ift bei der Conftruction der Gewölbe unter Umftänden die gebührende Rückficht zu nehmen. Dem Gleiten der Wölbfteine auf einander wirkt der zwifchen die Fugenflächen gebrachte Mörtel entgegen. Da nun die Wölbfteine zum gröfsten Theile im Bau eine folche Lage haben, dafs fie dem Gefetze der Schwere folgen müffen, wenn fie nicht bei genügendem Widerftand der Widerlager durch die Spannung im Gewölbe daran verhindert werden, fo folgt daraus, dafs Mittel, welche die Reibung in den Fugenflächen vergröfsern, für die Wölbungen willkommen fein müffen, alfo auch die Einbringung des Mörtels in die Fugen. Insbefondere gilt dies für die Gewölbe aus Backfteinen und Bruchfteinen, während bei den Haufteingewölben aus Gründen, die jetzt hier nicht zu erörtern find, die Verhältniffe etwas anders liegen. Sehen wir alfo, dafs für die Gewölbe aus Backfteinen der Mörtel eine bedeutfame Rolle fpielt, fo ift klar, dafs man die zur Anwendung kommenden Steinverbände nicht ohne Rückficht auf die Wirkfamkeit des Fugenmörtels, die bei den verfchiedenen Verbänden in verfchiedener Weife Einflufs hat, befprechen kann, dafs alfo deren Erörterung hier noch nicht am Platze ift, fondern auf Abth. III, Abfchn. 2, A zweckmäfsiger Weife zu verfchieben ift. Nichts defto

weniger ift es möglich, hier wenigftens die gebräuchlichen Verbandanordnungen vorzuführen, welche bei der Conftruction der Mauer- und Gurtbogen zur Anwendung gelangen, weil fie ganz und gar den Pfeilerverbänden entfprechen, wenn man fich die lothrechte Axenlinie des Pfeilers durch die gekrümmte des Bogens erfetzt denkt. Es können dann die für Freiftützen früher gegebenen Verbandanordnungen als unmittelbar auch für Bogen giltig angenommen werden. Es brauchen diefe Beifpiele hier nur durch folche, die auf die Bildung eines Anfchlages Bezug haben, vermehrt zu werden, da bei den zur Ueberdeckung von Fenfter- und Thüröffnungen angewendeten Mauerbogen Anfchläge aus denfelben Gründen wie bei den Thür- und Fenfterpfeilern erforderlich werden. Den für letztere in Fig. 101, 102, 105 bis 109 mitgetheilten Beifpielen fchliefsen fich die unter Fig. 176 bis 180 für Bogen paffend an.

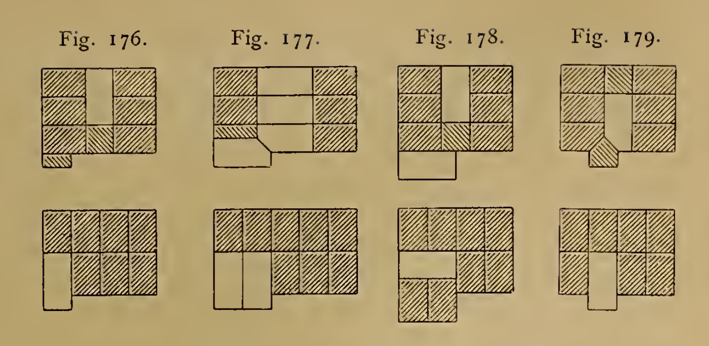


Fig. 176. Fig. 177. Fig. 178. Fig. 179.

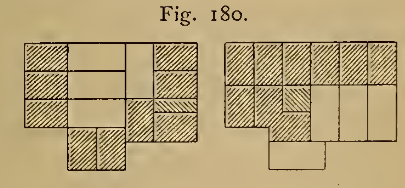


Fig. 180.

Erhalten die Bogen eine bedeutende Tiefe, werden fie zu Tonnengewölben, fo erhalten die Schichten die Verbandanlagen von Mauern mit lothrechten Abfchlüffen an beiden Enden, wie ja auch die Pfeiler in ihrem Verband nichts Anderes zeigen, als die nahe zufammengerückten Endigungen von Mauern.

Am beften werden die Bogen aus keilförmig geftalteten Steinen ausgeführt. Kann man folche für den gegebenen Radius des Bogens nicht geformt aus der Ziegelei beziehen, fo mufs man fie keilförmig zuhauen. Befonders wichtig wird dies für die Halbkreisbogen, weil bei diefen die Dicke des Bogens im Verhältnifs zum Radius ziemlich grofs ift, die Schichten alfo ftark keilartig ausfallen. Die Keilform der Steine darf aber gewiffe Grenzen nicht überfchreiten. Beim Brennen würde eine fehr ungleichmäfsige Dicke der Steine ein Verziehen zur Folge haben; eben fo würde aber ein zu ftarkes Verhauen die Wölbfteine zu fehr fchwächen. Man kann wohl annehmen, dafs die Schwächung der Steine ¹/₃ der Dicke, alfo beim Normalformat ca. 22 mm nicht überfteigen follte. Nimmt man einen folchen noch zuläffigen Unterfchied in der Dicke der Steine an der inneren und äufseren Wölbfläche des Bogens an, fo wird fich daraus berechnen laffen, welche Stärke ein Bogen, der im Verband eingewölbt werden foll, bei gegebenem Radius nicht überfteigen darf, oder bis zu welchem kleinften Radius herab ein Bogen von gegebener Stärke im Verband hergeftellt werden kann. Unter diefer Annahme berechnet fich der Radius eines Bogens 68. Form der Steine.

von ½ Stein Stärke zu 251 mm,
» 1 » » » 523 » ,
» 1½ » » » 796 » ,

alfo im Allgemeinen annähernd der Radius als Zweifaches der Bogenftärke [32]).

Bei flachen Bogen convergiren die Schichten nicht ftark, fo dafs es möglich wird, diefelben aus den parallelepipedifchen gewöhnlichen Backfteinen herzuftellen und nur die Lagerfugen keilartig zu geftalten, ähnlich wie dies für rundes Mauer-

[32]) Diefes Verhältnifs würde genau richtig fein, wenn die Dimenfionen der Backfteine fich genau wie 1 : 2 : 4 verhielten.

werk erörtert wurde. Nimmt man wie damals die zuläffige Dicke der Fugen am Bogenrücken zu 15 mm und die Fugendicke an der Bogenlaibung zu 7,5 mm an, fo berechnet fich dann der lichte Radius des Bogens

bei 1 Stein Bogenftärke zu 2,416 m,
» 1½ » » » 3,671 »,
» 2 » » » 4,930 »,

alfo ungefähr der Minimal-Radius, mit dem ein Bogen aus gewöhnlichen Backfteinen, ohne dafs die Fugen zu keilartig ausfallen, im Verband gewölbt werden kann, zur 10-fachen Bogenftärke.

Sind die Bogen im Verhältnifs zum Radius fo ftark zu machen, dafs die Steine oder die Fugen in unzuläffiger Weife keilförmig gemacht werden müfften, fo mufs man es aufgeben, in Verband zu wölben. Man mufs dann von einem der erften Grundfätze für alle Steinverbände abfehen, nämlich dem, dafs in auf einander folgenden Schichten nie Stofsfugen auf einander treffen follen. Die Ausführung erfolgt dann entweder fo, dafs man mehrere im Verbande gewölbte Ringe über einander anordnet, oder fo, dafs man den Bogen aus einer Anzahl von concentrifchen, ½ Stein ftarken Schalen oder Ringen (den englifchen Verband, Schalen- oder Rouladen-Bogen) zufammenfetzt. Bisweilen werden die Schalen an paffenden Stellen durch Binder verbunden oder in Abtheilungen zerlegt. Das Nähere über diefe Conftructionen folgt fpäter.

### b) Quaderverbände.

69. Natürliche und künftliche Quader.

Regelmäfsig bearbeitete natürliche Steine von anfehnlicher Gröfse nennt man Quader, Haufteine, Werkfteine, Werkftücke oder Schnittfteine. Quader werden aber auch gröfsere, aus Mörtelmaterialien durch Giefsen oder Stampfen in Formen erzeugte künftliche Steine genannt (Beton-Quader). Zwifchen natürlichen und künftlichen Quadern ift indefs in Beziehung auf die Verbandanordnung weiter kein Unterfchied zu machen als der, der fich daraus ergiebt, dafs es für die künftlichen Quader bequemer ift, diefelben in genau regelmäfsiger Form herzuftellen, während bei den natürlichen Quadern häufig gewiffe Abweichungen von der regelmäfsigen Form zuläffig erfcheinen.

70. Dimenfionen der Quader.

Würde man die Dimenfionen der Quader nach den für die Backfteine giltigen Verhältniffen beftimmen, fo würde über die Quaderverbände weiter gar nichts Befonderes zu fagen fein. Die Quader haben aber in der Regel kein vorher genau beftimmtes Mafs; fondern fie werden für jeden Bau befonders beftellt und hergerichtet, fo dafs man in der Lage ift, innerhalb gewiffer Grenzen die Dimenfionen nach den herzuftellenden Mauerdicken feft zu fetzen[33]). Die Dimenfionen für jeden einzelnen Quader werden in den für jede Schicht zu zeichnenden und genau zu cotirenden Schichtenplänen ermittelt und bei der Beftellung angegeben. Die Lieferung mufs dann unter Hinzufügung des fog. Arbeitszolles (2,5 bis 3 cm) erfolgen. Immerhin ift man aber bei der Feftfetzung der Dimenfionen abhängig von der Art des natürlichen Gefteines und von der Stärke der Bänke oder Schichten deffelben in den Steinbrüchen. Hierüber, fo wie über die Proportionirung der Quader ift fchon im

33) Es ift hierzu anzuführen, dafs in einigen Gegenden mit ausgedehntem Steinbruchbetrieb gewiffe Sorten von Quadern auf Vorrath gearbeitet und nach einem Marktpreis verkauft werden. Es finden diefelben dann in der Regel nur bei Maffenbauten Verwendung, beim Hochbau meift nur zu den Fundamenten. So ift es z. B. in den fächfifchen Elb-Sandfteinbrüchen, wo die Mafse für eine ziemliche Zahl von oft verlangten Steinwaaren durch Vereinbarung feft gefetzt worden find; diefe werden nach dem Stück bezahlt, während alle übrigen nach Mafs beftellten Steinftücke nach dem Rauminhalt verrechnet werden. — Gleiches ift in Baden der Fall.

1. Kapitel das Nothwendige gefagt worden. Es mag dem hier noch hinzugefügt werden, dafs die Höhe eines Quaders, auch wenn daran feft gehalten wird, dafs die natürliche Schichtung normal zur Druckrichtung zu legen ift, doch niemals die Dicke der Bank des Steinbruches überfteigen darf, damit die Quader keine natürlichen Lagerfugen erhalten. Eben fo foll aber die Höhe der Quader nicht viel kleiner als die Bankdicke genommen werden; ausgenommen natürlich den Fall fehr grofser Mächtigkeit der Bänke, wie fie häufig bei den Sandfteinen vorkommt. Bei reicheren Quaderbauten wird man innerhalb der eben angedeuteten, für das zur Verfügung ftehende Material zu ermittelnden Grenzen die Dimenfionen der architektonifchen Ausbildung entfprechend feft fetzen. Bei billiger herzuftellenden Bauten dagegen wird man mehr auf die Dimenfionen Rückficht zu nehmen haben, in denen fich die Steine in den Brüchen gewöhnlich ergeben. Man wird zwar die Höhe aller Steine einer Schicht gleich halten, dagegen auf die Gleichheit der Länge aller Steine und der Höhe der über einander folgenden Schichten verzichten.

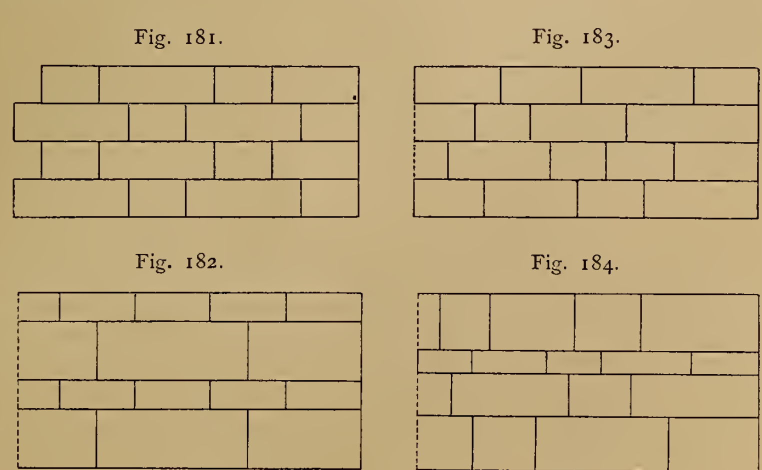
Hauptgrundfatz für die Herftellung eines guten Verbandes bleibt dann eine gute Ueberbindung der Steine in der Längen- und Querrichtung der Mauern. Als Minimum diefes Ueberbindungsmafses, alfo des Mafses, bis zu welchem fich die Stofsfugen zweier auf einander folgenden Schichten nähern dürfen, ift die halbe Höhe der Quader anzunehmen; als mittleres Ueberbindungsmafs ift dagegen die ganze Quaderhöhe anzuftreben.

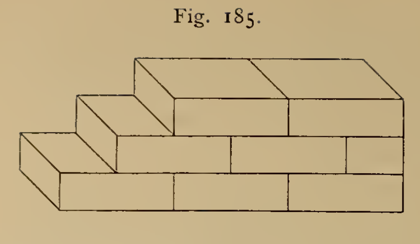
Je nach der Stärke der Mauer wird diefelbe nur aus Läufern oder aus Läufern und Bindern zufammengefetzt oder wohl auch aus neben einander zu legenden, verfchieden breiten Läuferreihen. Die Läufer erhalten eine Länge, die gleich ift der zwei- bis dreifachen Höhe, und eine Breite gleich der einfachen bis doppelten Höhe. Den Bindern giebt man ein Drittel bis die Hälfte der Läuferlänge zur Breite und macht fie zwei bis dreimal fo lang. Die Proportionirung der Dimenfionen ift jedoch, wie früher fchon angeführt, von der Güte und Feftigkeit des Materiales abhängig.

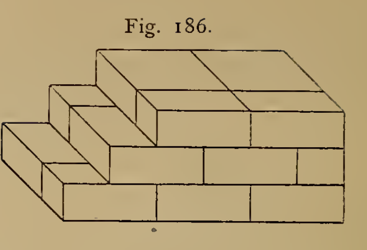
Ift die Mauer nur fo dick, dafs eine Quaderbreite zur Herftellung derfelben ausreicht, fo wird fie nur aus Läufern hergeftellt. Sind alle Quader gleich lang, fo erhält man dann den Läufer- oder Schornfteinverband der Backfteine (Fig. 185). Je nachdem man die Quader erhalten kann oder gröfseren oder geringeren Werth auf Regelmäfsigkeit des Verbandes legt, find weiter noch folgende Varianten des Läuferverbandes zu unterfcheiden: 71. Verband für 1 Stein ftarke Mauern.

1) gleich hohe Schichten, in den Schichten regelmäfsiger Wechfel von kurzen und langen Steinen (Fig. 181);

2) regelmäfsiger Wechfel von niedrigen und hohen Schichten, in den wiederkehrend gleich hohen Schichten gleich lange Steine, in den un-


Fig. 181. Fig. 183. Fig. 182. Fig. 184.

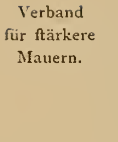

Fig. 185.


Fig. 186.

mittelbar auf einander folgenden Schichten ungleiche Länge der Steine (Fig. 182);

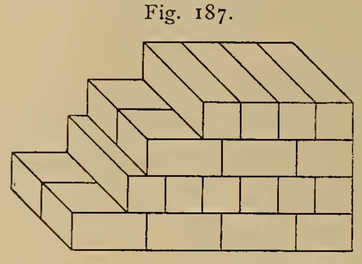
3) gleich hohe Schichten, ungleiche Länge der Steine (Fig. 183);

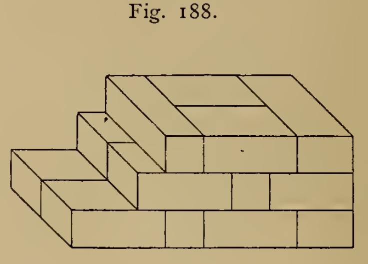
4) verſchieden hohe Schichten und ungleiche Länge der Steine (Fig. 184).


72.
Verband
für ſtärkere
Mauern.

Iſt die Mauer ſtärker als eine Quaderbreite, ſo kann ſie:

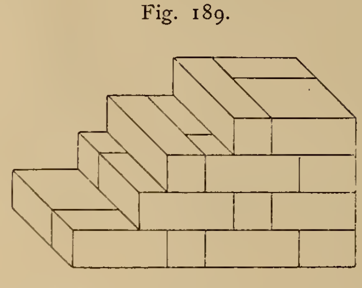
1) aus Schichten, die aus zwei verſchieden breiten Läuferreihen beſtehen (Fig. 186), hergeſtellt werden;

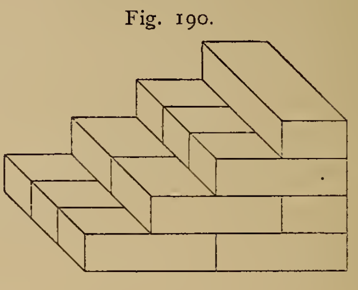

Fig. 187.


Fig. 188.

2) man kann Binderreihen und Läuferreihen wechſeln laſſen (Fig. 187); man erhält dann den Blockverband der Backſteine, den man durch abwechſelnde Verſchiebung der Läuferreihen in den Kreuzverband umgeſtalten könnte;

3) man kann Binder mit Läufern in den einzelnen Schichten abwechſeln laſſen (Fig. 188); man erhält dann den polniſchen oder gothiſchen Verband mit ſeinen Mängeln, die ſich aber durch Anwendung von verſchieden breiten Läufern beſeitigen laſſen, wie Fig. 189 zeigt.

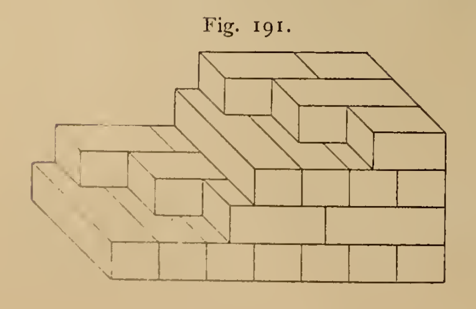

Fig. 189.


Fig. 190.

Auch die anderen Ziegelverbände laſſen ſich nach Belieben zur Anwendung bringen.

Bei noch dickeren Mauern kann man in einer Schicht um die andere dieſelbe aus drei Läuferreihen beſtehen laſſen, die übrigen Schichten entweder aus zwei Läuferreihen herſtellen (Fig. 190) oder aus lauter Durchbindern (Fig. 191).

Es können hierbei die Schichtenhöhen auch verſchieden ſein; z. B. anſtatt daſs ſie, wie in Fig. 190, gleich hoch angenommen ſind, könnten die Schichten mit drei Läuferreihen niedriger als die mit zweien gehalten werden. Auch iſt es nicht nothwendig, daſs ſich die Stoſsfugen ſchneiden, wie dies bei den Backſteinverbänden üblich und zweckmäſsig iſt; ſondern es kann in den Läuferreihen die innigere Verwechſelung der Stoſsfugen angeordnet werden, wie ſie Fig. 191 zeigt.


Fig. 191.

Im Uebrigen können auch bei den eben beſprochenen ſtärkeren Quadermauern dieſelben Variationen in Bezug auf die Gröſsen der

Quader eintreten, wie bei den Mauern, die nur aus einer Quaderreihe hergeftellt werden, wenn nur immer ein genügendes Ueberbindungsmafs eingehalten wird.

Stärkere Quadermauern, als die fchon wenig verwendeten, welche eine dreifache Quaderbreite zur Dicke haben, find fehr theuer und kommen im Hochbau wohl nur felten vor. Sie werden in der Regel durch die gemifchten Mauerwerke erfetzt, die fpäter zur Befprechung gelangen.

Die Mauerecken, Maueranfchlüffe und Mauerdurchkreuzungen, die Maueranfchläge und die Freiftützen können nach denfelben Verbandregeln, natürlich unter Berückfichtigung der Gröfse der Quader, aus diefen hergeftellt werden, wie fie für die Backfteine ausführlich erörtert worden find, bedürfen daher hier keiner wiederholten Befprechung. Es ift jedoch hier darauf aufmerkfam zu machen, dafs die Quader, allerdings unter Materialverluft, eine Bearbeitung in beliebigen Formen geftatten, welche Verbanderleichterungen ermöglichen, wie fie bei den Backfteinen nur ausnahmsweife und dann auch gewöhnlich nur mit Formfteinen zur Ausführung gelangen. Es bezieht fich diefe Bemerkung auf die häufig angewendeten Auskröpfungen oder Ausklinkungen der Quader. 73. Mauerecken, -Anfchlüffe, -Durchkreuzungen etc.

Fig. 192.

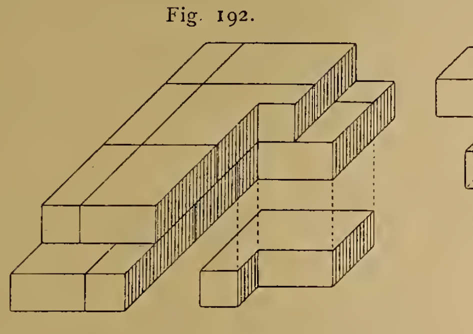


Fig. 193.

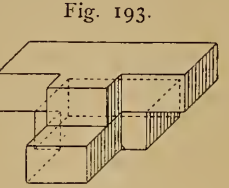
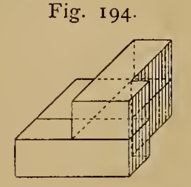
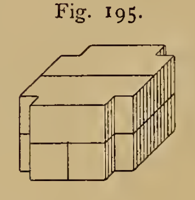


Fig. 194.



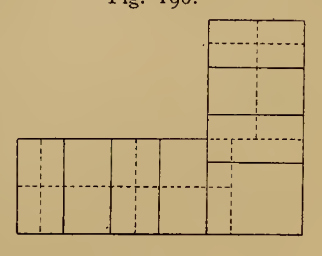
Es ftellen dar: Fig. 192 eine Eckbildung, Fig. 193 einen Maueranfchlufs, Fig. 194 die Bildung des Anfchlages einer Oeffnung, Fig. 195 einen Kreuzpfeiler unter Benutzung folcher ausgekröpften Quader oder der fog. Flügelfteine.

Fig. 195.



Ferner kann angeführt werden, dafs man fich zur Bildung der Ecken öfters auch gröfserer Quader bedient, als fonft in der Mauer Verwendung finden (Fig. 196).

Fig. 196.



Bei ftumpf- und fpitzwinkeligen, fo wie bei abgerundeten und abgeftumpften Ecken, die hier nur beiläufig erwähnt werden follen, legt man ebenfalls zweckmäfsiger Weife gröfsere Quader an die Ecke, und zwar häufig in diagonaler Richtung mit der Rückfichtnahme, dafs die Stofsfugen möglichft normal zu den Fluchten ftehen [34]).

## c) Verbände für Mauern aus Bruchfteinen und Feldfteinen.

Unter Feldfteinen verfteht man alle Gefchiebe und Findlinge verfchiedener Gröfse, die fich zerftreut in den Flüffen, an den Ufern derfelben, in Wäldern und auf Feldern finden, alfo alle einzeln fich findenden Steine. Unter Bruchfteinen find dagegen alle folchen Steine zu verftehen, die von anftehenden Felfen gebrochen werden. Sind die Feldfteine grofs, fo können fie zertheilt werden und eben fo wie 74. Steinmaterial.

[34]) Ausführlicheres über die Eckbildungen von Quadermauern fiehe in: Ringleb, A. Lehrbuch des Steinfchnitts. Berlin 1844.

die Bruchfteine gröfsere oder geringere Bearbeitung erfahren. Von den Quadern unterfcheiden fich die Bruchfteine entweder durch die geringere Bearbeitung oder, wenn fie regelmäfsig bearbeitet find, durch die geringere Gröfse [35]. Im letzteren Falle find fie Schichtfteine [36] zu nennen, wenn fie parallelepipedifche Form haben, Polygonfteine oder Mofaikfteine dagegen, wenn fie polygonale Stirnfeiten erhalten.

75. Mauerwerks-arten.

Bei Herftellung jedes Bruchftein- oder Feldfteinmauerwerkes ift die Einhaltung der Verbandregeln, wie fie für regelmäfsige Steine gelten, nach Möglichkeit anzuftreben. Je gleichmäfsiger die Zufammenfetzung der Schichten, je beffer der Verband in denfelben, um fo beffer wird das Mauerwerk fein, um fo mehr wird es fich an Güte dem Backftein- und dem Quadermauerwerk nähern.

Das Bruchfteinmauerwerk läfft fich danach in folgende 3 Gattungen zerlegen:

1) Mauerwerk aus Schichtfteinen;
2) Mauerwerk aus lagerhaften Bruchfteinen mit abgefetzten Schichten, und
3) ordinäres Bruchfteinmauerwerk.

Zu diefen würden noch als befondere Formen hinzuzutreten haben:

4) der Cyclopen-Verband und
5) der Polygon- oder Mofaik-Verband.

76. Mauerwerk aus Schichtfteinen.

Charakteriftifch für das Schichtfteinmauerwerk ift, dafs alle Schichten in gleicher Stärke durchgehen. Die Schichten werden dabei entweder durchgängig gleich hoch (ca. 20 cm) oder verfchieden hoch gehalten. Im erften Falle werden die Schichten in der Regel nur äufserlich mit regelmäfsig bearbeiteten Schichtfteinen (im weftlichen Deutfchland *moellons* nach dem Franzöfifchen genannt) verkleidet und im Inneren aus Füllfteinen gebildet, während es im zweiten Falle ohne wefentlich höheren Koftenaufwand möglich ift, die Schichten durchweg aus lauter Schichtfteinen herzuftellen. Diefe letztere Art des Mauerwerkes ift im Inneren und Aeufseren ganz gleichartig gebildet (nur die Stirnfeiten erhalten oft feinere Bearbeitung), und ein regelrechter Verband ift bei derfelben durchführbar. Es fteht ein folches Mauerwerk bei entfprechendem Material an Güte kaum hinter dem Backftein- und Quadermauerwerk zurück.

Werden Füllfteine (mehr oder weniger unregelmäfsige Stücke) im Inneren zur Anwendung gebracht, fo ift zur Erzielung eines leidlichen Verbandes die Verwendung von möglichft vielen Bindern nothwendig. Auf zwei Läufer in der Front foll mindeftens ein Binder kommen. Die Länge der Steine darf das Drei- bis Fünffache der Höhe nicht überfteigen; als Minimum der Höhe ift 10 cm anzufehen. Die Ueberbindung der Steine foll mindeftens 8 bis 10 cm betragen.

77. Mauerwerk mit abgefetzten Schichten.

Vom Schichtenmauerwerk unterfcheidet fich das Mauerwerk mit abgefetzten Schichten dadurch, dafs die entweder von Natur lagerhaften oder mit dem Hammer lagerrecht bearbeiteten Bruchfteine nicht in durchgehenden Schichten vermauert, fondern je nach ihrer Höhe fo zufammengefetzt werden, dafs manchmal 3 Schichten in 2 oder 2 Schichten in 1 übergehen (d. f. die abgefetzten Schichten). Hohlräume in den Fugen find mit Schiefern oder Steinfplittern (Zwickern) auszufüllen.

Oefters ift eine horizontale Abgleichung herbeizuführen, fo dafs etwa alle 1 bis 1,25 m eine Lagerfuge durch die ganze Mauer hindurchläuft. Auch find bei geringeren Mauerftärken in Abftänden von 1,5 bis 1,8 m Durchbinder anzuordnen. Gleichförmiges

[35] D. h. es darf das Gewicht nicht gröfser fein, als dafs fie noch von 1, höchftens 2 Maurern mit den Händen verfetzt werden können.

[36] Siehe auch Theil I, Band 1 diefes »Handbuches« (Fufsnote 6 auf S. 67).

Setzen des Mauerwerkes erzielt man durch gleichmäfsige Vertheilung der gröfseren Steine und dadurch, dafs man an denjenigen Stellen, wo mehrere weniger dicke Steine über einander folgen, den Mörtel in den Lagerfugen dünner aufträgt.

Mauerwerk aus ganz unregelmäfsigen Bruchfteinen oder Feldfteinen nennt man ordinäres Bruchftein- oder Feldfteinmauerwerk. Es werden die Steine fo gut, als möglich, an einander gepafft; auf eine Deckung der Stofsfugen wird Rückficht genommen, wo möglich alle Steine auf die Breitfeite und als Binder verlegt und auch das Innere aus möglichft grofsen Steinen hergeftellt, kleine Stücke nur zur Füllung von Höhlungen zwifchen den grofsen verwendet. Zu den Ecken nimmt man die gröfsten und lagerhafteften Steine. In vielen Fällen, namentlich bei den rundlichen Feldfteinen, mufs man die Ecken aus befferem Material herftellen. In Höhenabftänden von 1,5 bis 2,0 m ift das Mauerwerk horizontal, auch wieder mit möglichft grofsen Stücken, abzugleichen (Mauerung in Bänken). Die Feftigkeit der Mauern gewinnt fehr, wenn man an diefen Stellen einige Schichten aus regelmäfsigem Material (3 bis 4 Backfteinfchichten oder mehrere Schichten aus lagerhaften Steinen) einfchaltet. 78. Ordinäres Bruchftein-mauerwerk.

Zum ordinären Bruchftein-Mauerwerk ift auch das Mauerwerk aus Flufsgefchieben und das aus Kiefeln, ferner das in England vorkommende, aus Feuerfteinen hergeftellte *flint-work* etc. beizuzählen.

Der Cyclopen-Verband wird wie das ordinäre Bruchfteinmauerwerk aus ganz unregelmäfsigen Stücken hergeftellt; nur find diefe Stücke oft von fehr bedeutender Gröfse, und es werden diefelben gewöhnlich ohne Mörtel vermauert. Die Steine werden nur wenig zugerichtet, möglichft gut zufammengepafft und die Höhlungen zwifchen denfelben mit kleineren Stücken forgfältig ausgefüllt. 79. Cyclopen-Verband.

Der Polygon-Verband ift nur eine Verfeinerung des Cyclopen-Verbandes. Die Steinftücke werden an den Fugenflächen fo bearbeitet, dafs fie überall fcharf an einander paffen. Erhalten dabei die Steine durchgängig eine gleiche oder rhythmifch wiederkehrende regelmäfsige Form, fo ergiebt fich der zierliche, aber fehr theuere Mofaik-Verband. Der Polygon-Verband kommt naturgemäfs am zweckmäfsigften für die kryftallinifchen Steine zur Verwendung; doch liefert befonders der Bafalt in Folge feines Vorkommens in Säulen von polygonalem Querfchnitt ein leicht herzuftellendes gutes Polygon-Mauerwerk. 80. Polygon- und Mofaik-Verband.

Da bei den Bruchfteinmauerwerken der Mörtel gewöhnlich eine grofse Rolle fpielt, fogar mit Cementmörtel ein vorzügliches Mauerwerk aus ganz unregelmäfsigen Steinen fich herftellen läfft, weil ferner zur Vermehrung der Feftigkeit der Mauern dabei oft gemifchte Materialien zur Verwendung gelangen, fo erfcheint es zweckmäfsig, die eingehendere Befprechung auf die Abth. III, Abfchn. 1, A zu verfchieben.

### d) Verbände für Mauern aus gemifchtem Mauerwerk.

Man hat es mit gemifchtem Mauerwerk zu thun, entweder wenn einzelne verticale Partien der Mauern aus anderem Material hergeftellt werden, als der gröfsere Theil der Längenerftreckung, oder wenn die Mauer der ganzen Länge und Höhe nach aus parallel neben einander fortlaufenden Theilen von verfchiedenem Material befteht. 81. Verfchiedenheit.

Die zuerft angeführte Anordnungsweife wird getroffen, wenn die Mauer an einzelnen Stellen fefter conftruirt werden foll, als dies mit dem in ihrem Haupttheile zu verwendenden Material möglich ift, wie dazu namentlich die Ecken von

Bruchſteinmauern Veranlaſſung geben. Wird aus conſtructiven, ökonomiſchen oder äſthetiſchen Gründen die Mauer aufser an den Ecken noch an anderen Stellen durch Verticalſtreifen von anderem Material in Abtheilungen zerlegt, ſo ergiebt ſich eine Conſtruction, die eine gewiſſe Analogie mit den Holz- und Eiſen-Fachwerken zeigt, aber auch zum Theile deren Mängel aufweist. Dieſe Aehnlichkeit wird noch gröſser, wenn die Verticalſtreifen durch horizontale Schichten von regelmäſsigen Steinen mit einander verbunden ſind.

Man kann daher dieſe Conſtructionsweiſe als Stein-Fachwerk bezeichnen.

Die zweite Ausführungsweiſe wird gewählt, wenn ein Material von geringer Witterungsbeſtändigkeit zu ſchützen iſt, oder wenn das Ausſehen eines Mauerwerkes verbeſſert werden ſoll, oder wenn Auſsenflächen von beſonders groſser Widerſtandsfähigkeit gegen mechaniſche, chemiſche oder phyſikaliſche Einflüſſe erforderlich werden. Es handelt ſich alſo in der Regel um die Verkleidung oder Verblendung eines geringeren Materiales mit einem beſſeren. Damit iſt gewöhnlich eine nicht unweſentliche Koſtenerſparniſs verknüpft, wegen deren wohl alle Monumentalbauten der Neuzeit nicht in gleichförmigem, ſondern in gemiſchtem Material ausgeführt werden. Als übliche Combinationen ſind anzuführen: Mauerkern von Backſteinen, Bruchſteinen oder Beton mit Verblendung oder Vertäfelung von irgend einem Hauſtein oder koſtbareren Geſtein, wie Marmor, Serpentin u. a. m. oder Verkleidung eines eben ſolchen Mauerkernes mit Verblendſteinen, Klinkern oder mit feineren Thonwaaren, als Terracotta, Majolica, Fayence u. dergl.

Beide Ausführungsweiſen, das Stein-Fachwerk ſowohl, als auch die Mauerverblendung führen ähnliche Nachtheile mit ſich, die in den nachfolgenden Artikeln noch zu erörtern ſein werden. In Abth. III, Abſchn. 1, A (Wände) wird Gelegenheit ſein, die Anwendung und Ausführung der gemiſchten Mauerwerke ausführlich zu beſprechen, weſswegen wir uns hier auf die Behandlung der Principien der hierher gehörigen Verbandanordnungen zu beſchränken haben.

82. Allgemeines über Verblendungen.

Wir beſchäftigen uns zunächſt mit den Mauerverblendungen, und zwar nur mit denjenigen Fällen, in denen die Verblendung eines Mauerkernes von Backſteinen, Bruchſteinen oder Beton mit Quadern oder eines Mauerkernes von ordinären Bruchſteinen oder Beton mit Backſteinen erforderlich wird.

Obgleich bei allen gemiſchten Mauerwerken die gewöhnlichen Verbandregeln zu befolgen ſind, ſo iſt doch noch auf einen beſonderen Umſtand Rückſicht zu nehmen; es iſt dies die ungleichmäſsige Zuſammenſetzung des Mauerkörpers. Dieſe führt zu einer verſchiedenen Zahl von Lagerfugen in dem äuſseren und inneren Theil und bedingt dadurch in demſelben ungleich groſse Compreſſion des Mörtels, alſo ungleichmäſsiges Setzen. Trotz angewendeter Vorſicht iſt das Reſultat davon, daſs der eine Theil dem anderen beim Setzen nicht zu folgen vermag und daſs Längsſpaltungen ſich ergeben. Der äuſsere Theil, die Verblendung, iſt in der Regel der ſchwächere. Kommt dann dazu, was ſehr häufig der Fall iſt, daſs er weniger Lagerfugen, als der Kern hat, und beſitzt er dabei nicht die der Belaſtung entſprechende Knickfeſtigkeit, ſo ergeben ſich zunächſt Ausbauchungen und dann Einſturz der Verblendung. Aehnliche Gefahren können auch eintreten in Folge unüberlegter Verwendung von Mörteln von verſchiedenen Eigenſchaften im Mauerkern und in der Verblendung. Es wird alſo bei gemiſchten Mauerwerken, abgeſehen davon, daſs die Geſammtdicke aller Lagerfugen in beiden Theilen möglichſt gleich zu halten und wo möglich ein nicht ſchwindender Mörtel zu verwenden iſt, darauf ankommen, das Entſtehen von

Längsfpaltungen durch eine möglichft innige Verbindung der Verblendung mit dem Mauerkern zu verhindern. Dies wird erreicht durch Anordnung von entfprechend vielen, in den Kern eingreifenden Bindern in der Verblendung. Die Möglichkeit der Anwendung fehr vieler Binder gewährt befonders der holländifche Verband, der denn auch für die Verblendungen mitunter zur Verwendung gelangt. Wegen der vielen Binder wird derfelbe aber oft zu koftfpielig befunden, und man begnügt fich daher gewöhnlich mit der Verwendung des Block- oder Kreuzverbandes, fo wie befonders mit dem polnifchen Verband oder Variationen deffelben. Auch kann nicht unter allen Umftänden eine fehr grofse Zahl von Bindern als zweckmäfsig bezeichnet werden, worauf in Abth. III, Abfchn. 1, A, Kap. 1 zurückgekommen werden wird.

Aufser den erwähnten Vorfichtsmafsregeln wird noch gewöhnlich die in Anwendung gebracht, ein gemifchtes Mauerwerk ftärker zu machen, als ein gleichförmig regelmäfsiges. Häufig hält man den Mauerkern fo ftark, dafs er für fich allein der gegebenen Beanfpruchung genügen würde.

Die Feftigkeit der gemifchten Mauerkörper wird wefentlich vergröfsert, wenn man in Zwifchenräumen Schichten von regelmäfsigem Material ganz durchgehen läfft, wie dies auch für ordinäres Bruchfteinmauerwerk empfohlen wurde (fiehe Art. 78, S. 65).

Aufser durch Anordnung einer genügenden Anzahl eingreifender Binder ift zwifchen der Quaderverblendung und einem aus regelmäfsigen Steinen beftehenden Mauerkern eine innige Verbindung nur dann zu erzielen, wenn eine Schicht der Verblendung einer Anzahl von Schichten der Hintermauerung genau entfpricht, fo dafs alfo alle Lagerfugen der Verblendung horizontal durch den ganzen Mauerkörper hindurch gehen. Bei Hintermauerung mit nur lagerhaften oder ordinären Bruchfteinen ift Aehnliches anzuftreben. 83. Quaderverblendung.

Die Quaderverblendungen können entweder auf beiden Seiten der Mauer vorhanden fein oder nur auf einer; fie können entweder aus vollftändigen Quadern oder nur aus Platten beftehen.

Ift die Quaderverblendung auf beiden Häuptern der Mauer auszuführen, fo werden dann die Verbandanordnungen anwendbar, wie wir fie bei den Hohlmauern aus Backfteinen als Käftelverbände kennen gelernt haben (fiehe Fig. 147 bis 151, S. 52). Die Feftigkeit folcher Mauern wird befonders grofs, wenn die Mauerdicke und die Steinlängen es geftatten, die Binder als Durchbinder oder Ankerfteine durch die ganze Mauer hindurch reichen zu laffen (Fig. 197). Vermehrt kann die Feftigkeit noch werden, wenn eines der im 3. Kapitel zu befprechenden künftlichen Verbindungsmittel in Anwendung gebracht wird. Diefe letzteren gebraucht man auch mit demfelben Nutzen, wenn Ankerfteine durch an einander zu ftofsende kleinere Stücke erfetzt werden müffen, oder wenn die Binder nur bis zur gegenüber liegenden Läuferreihe reichen.

Wird eine Quaderverblendung nur an einem Mauerhaupte ausgeführt, fo wird man, je nach den Mitteln oder Umftänden, mehr oder weniger Binder in Anwendung bringen. Als genügend feft betrachtet man in der Regel einen Verband, bei welchem in jeder Schicht der Verblendung zwifchen

Fig. 197.

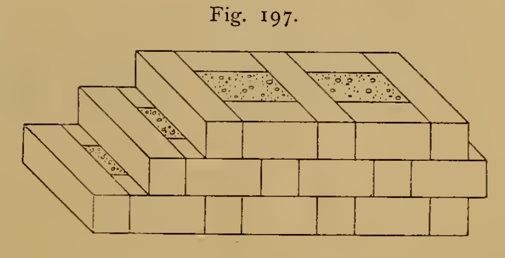
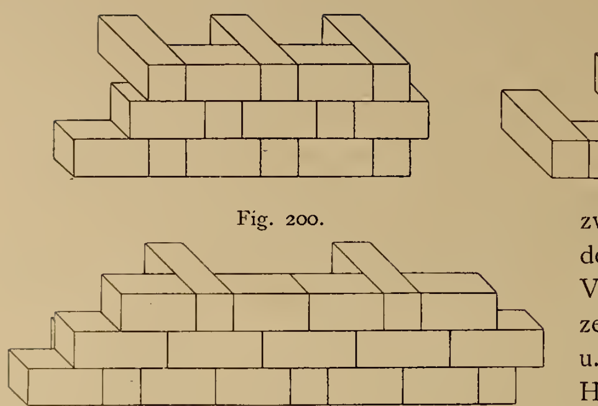


Fig. 198.

Fig. 199.



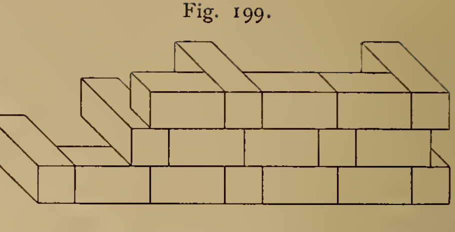
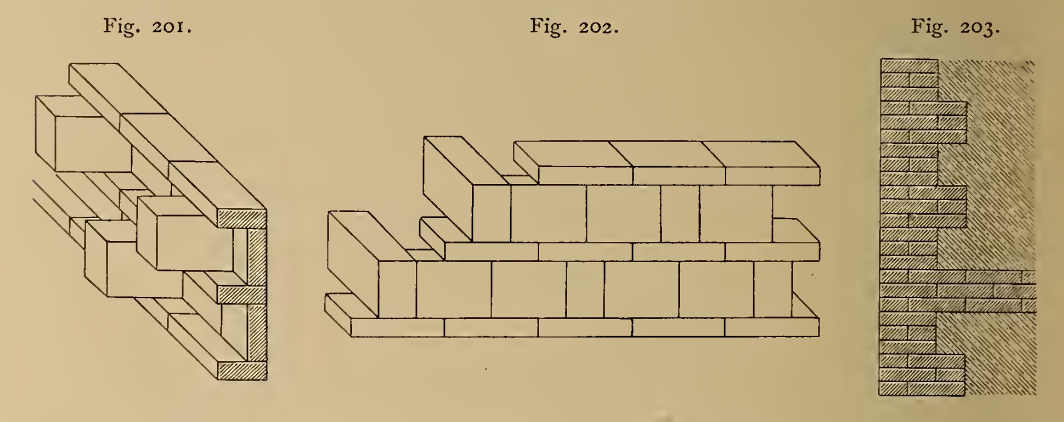


Fig. 200.

zwei Läufern ein Binder liegt, alſo den polniſchen Verband (Fig. 198). Verbände von geringerer Feſtigkeit zeigen in abſteigender Linie Fig. 199 u. 200 [37]). Für Verblendungen mit Hauſteinplatten empfiehlt ſich beſonders der in Fig. 201 u. 202 dargeſtellte Verband. Die Lage der Binder kann auch bei dieſen Anordnungen durch künſtliche Verbindungsmittel geſichert werden.

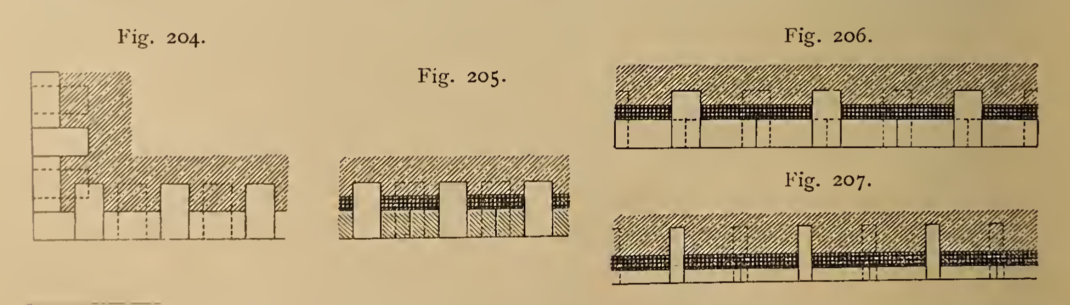
Fig. 201. Fig. 202. Fig. 203.



84. Verblendung mit Backſteinen.

Erhalten die Mauern bei geringeren Stärken auf beiden Seiten Verblendung mit Backſteinen, ſo eignen ſich ebenfalls die Anordnungen des Käſtelmauerwerkes. Bei gröſseren Mauerſtärken und einſeitiger Verblendung kommt namentlich der polniſche Verband zur Anwendung (Fig. 204). Doch iſt derſelbe eigentlich nur geeignet, wenn der Mauerkern aus Beton oder ſehr kleinſtückigen Bruchſteinen beſteht. Bei gröſseren Bruchſteinen iſt eine gleichmäſsige Auflagerung der eingreifenden Binderköpfe nur ſchwer herbeizuführen und deſshalb bei der geringen Dicke der Backſteine ein Abbrechen derſelben zu befürchten, wodurch natürlich der Zweck

Fig. 204. Fig. 205. Fig. 206. Fig. 207.



[37]) Die Römer bedienten ſich insbeſondere des in Fig. 200 dargeſtellten Verbandes und haben mit demſelben vortreffliche Reſultate erzielt.

der Verbindung verloren geht. Mehr zu empfehlen ift für diefen Fall die Herftellung einer ftärkeren Verblendung von wechfelnder Dicke (Fig. 203), wobei alfo eine Verzahnung in der ganzen Ausdehnung der Mauer ausgeführt wird.

Die Verblendung kann auch mit Luftfchicht hergeftellt werden, wie Fig. 205 bis 207 zeigen. Bei Backftein-Rohbauten empfiehlt fich für die 1/2 Stein ftarke Verblendung mit Luftfchicht der Binderverband (Fig. 205). Fig. 207 ftellt eine Verblendung mit hochkantig geftellten Steinen dar.

Die Verblendung von Backfteinmauern mit feinen Verblendfteinen wird in Abth. III, Abfchn. 1, A, Kap. 2 behandelt werden.

85. Stein-Fachwerk.

Das Stein-Fachwerk leidet an demfelben Uebelftand wie die Mauerverblendung, dem nämlich, dafs fich die verfchieden gebildeten Theile ungleich fetzen und fich von einander trennen können. Man fucht diefem Nachtheil in der Regel durch eine Verzahnung zu begegnen; doch ift darauf zu fehen, dafs die Zähne keine zu geringe Höhe und keine zu grofse Länge erhalten, weil fie fonft leicht abbrechen. Ferner ift bei den Verzahnungen ebenfalls wieder, wie bei den Verblendungen, ftreng darauf zu achten, dafs die Lagerfugen der gröfseren Steine in der ganzen Mauer fortlaufen, was allerdings nur bei regelmäfsigem oder lagerhaftem Mauermaterial erreichbar ift (Fig. 208 u. 209). Bei ganz unregelmäfsigen Bruchfteinen

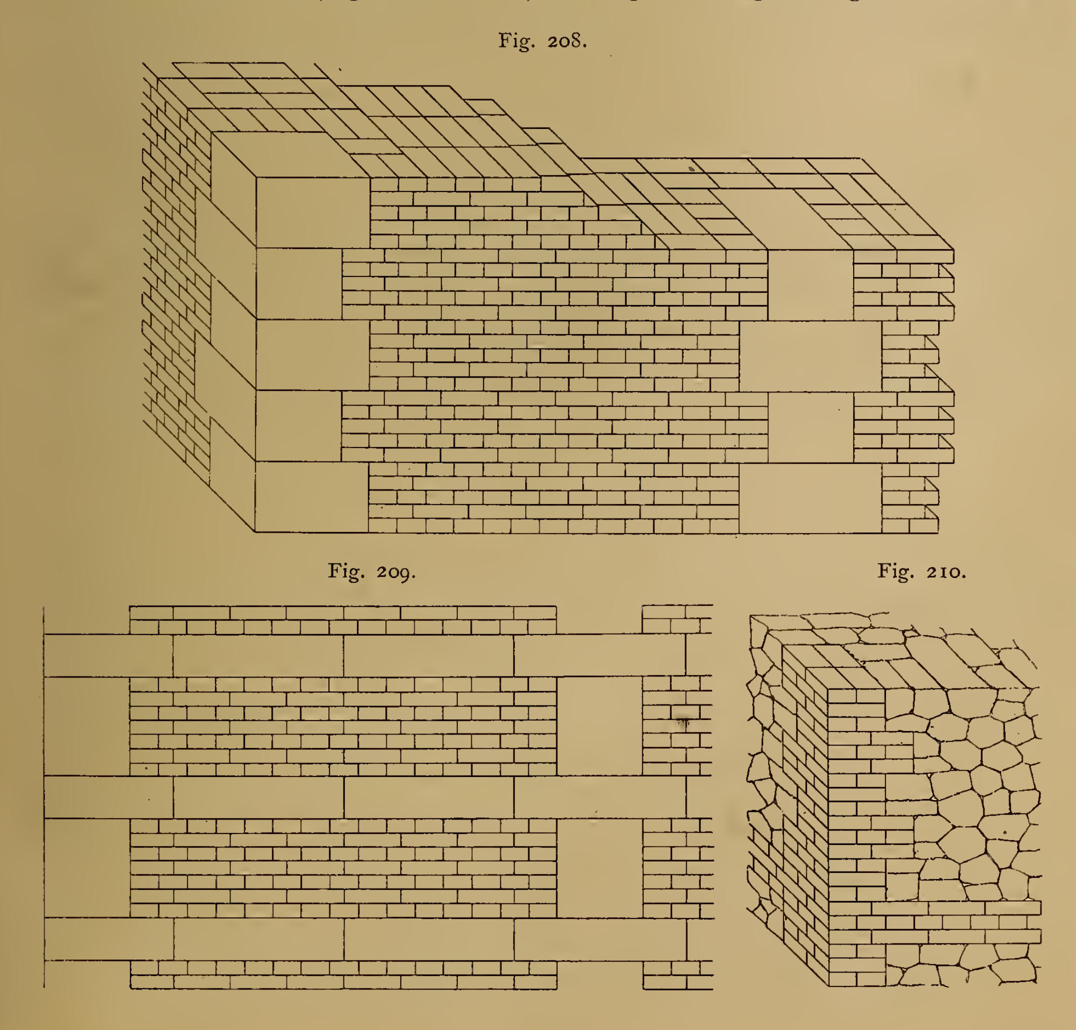


Fig. 208.

Fig. 209.

Fig. 210.

Fig. 211.

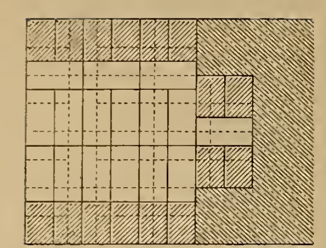
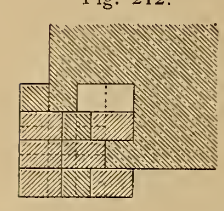


Fig. 212.



ift eine abfatzweife Ausgleichung einzuführen und dann die fchon erwähnte, den Abfätzen entfprechende Durchführung von Schichten aus regelmäfsigem Material von Vortheil (Fig. 210). Bei Backfteinen darf die Verzahnung niemals nur eine Schicht ftark werden, fondern immer aus mehreren Schichten beftehen. Trotzdem werden fich bei hohen Mauern, namentlich wenn diefelben nicht in die erwähnten Höhenabtheilungen zerlegt find, Trennungen zwifchen den verfchiedenen Theilen ergeben, auch wohl die Verzahnungen abgefprengt werden. Defswegen fieht man in folchen Fällen wohl auch von den Verzahnungen ganz ab und läfft die Mauertheile in verticalen Nuthen in einander greifen, fo dafs fich diefelben unabhängig bewegen können. Es ift dies allerdings nur bei dicken Mauern ausführbar (Fig. 211); auch follten die aus regelmäfsigerem Material hergeftellten Partien vor den anderen vorfpringen, um die Anfchlufsfuge zu decken (Fig. 212).

In ähnlicher Weife hat man auch beim Anfchlufs neuer Mauertheile an alte im Allgemeinen zu verfahren. Verzahnungen find dabei nicht zu empfehlen.

---

3. Kapitel.

## Steinverbindung.

Zur Herftellung fefter Stein-Conftructionen benutzt man die Steinverbände und in den meiften Fällen mit diefen combinirt die Steinverbindungen. Praktifche Rückfichten machen es zumeift nicht möglich, durch die Verbandanordnung allein ifolirte Bewegungen einzelner Steine auszufchliefsen. Um folche zu verhindern, zieht man die Steinverbindungen hinzu, welche die Befeftigung der Steine unter einander bezwecken. Diefe Befeftigung kann, wie fchon im 1. Kapitel angeführt wurde, auf dreierlei Weife erfolgen, und zwar:

a) durch Verbindung mittels der fog. Bindemittel (Mörtel etc.);

b) durch befondere Formung der Fugenflächen, und

c) durch befondere Hilfsftücke.

Diefe Verbindungen können entweder die Befeftigung der Steine innerhalb einer Schicht (in den Stofsflächen) oder der Steine auf einander folgender Schichten (in den Lagerflächen) oder Beides gleichzeitig bezwecken.

Das letztere ift in der Regel bei den Mörtelverbindungen der Fall, während die anderen Verbindungsarten einzeln oder combinirt zur Verwendung gelangen.

### a) Verbindung der Steine durch Bindemittel.

86. Aufgabe der Bindemittel.

Die ifolirte Bewegung eines Steines in einem Verbandmauerwerk, ein Gleiten oder ein Drehen derfelben kann nur eintreten, wenn der Platz dazu vorhanden ift. Diefer Platz ift gegeben durch die Zwifchenräume zwifchen den Steinen (Fugen). Sind diefe Zwifchenräume fehr klein, die Fugen fehr eng (fcharf), was bei forgfältiger Bearbeitung oder Fabrikation der Steine möglich ift, fo wird die Bewegung eines Steines unabhängig von feinen Nachbarn nur minimal ausfallen können. Sie wird

aber ganz verhindert, auch bei gröfseren Zwifchenräumen, wenn diefelben mit einem Stoff von geeigneter Befchaffenheit ausgefüllt werden. Solche Stoffe find die fog. Bindemittel, durch welche alfo zunächft die Unverrückbarkeit der Steine erzielt wird, woraus eine Erhöhung der Feftigkeit des Verbandmauerwerkes fich ergiebt. Unverrückbarkeit würde allerdings fchon eintreten, wenn die Fugen zwifchen den Steinen nur an einzelnen Stellen durch fefte Körper fcharf ausgefüllt werden. Erfolgt aber die Ausfüllung in der ganzen Ausdehnung der Fugen, fo ergiebt fich eine weitere Erhöhung der Feftigkeit der Lagerung der Steine durch die vergröfserte Reibung zwifchen den Steinflächen, da diefe mit der Gröfse der Berührungsflächen wächst. Es folgt daraus aber auch, dafs es unbedingt zweckmäfsig ift, nicht blofs einzelne Fugen, fondern alle Fugen, und zwar vollftändig zu füllen. Dazu gehört aber, dafs das Bindemittel fich leicht in die Fugen bringen läfft und anfänglich weich ift, damit es fich an alle Unebenheiten der Steine eng anfchliefsen könne. Dadurch erhält man aber einen ferneren Vortheil für die Conftruction, nämlich den einer gleichmäfsigen Druckvertheilung in derfelben, die nicht mehr nur durch einzelne vorfpringende Punkte vermittelt wird, fondern in der ganzen Ausdehnung der Lagerflächen ftattfindet. Es mufs dabei das Bindemittel indefs der Bedingung Genüge leiften, dafs es, einmal comprimirt, fich nicht weiter zufammendrücken läfft.

Den bisher erwähnten Eigenfchaften, die von einem für die Füllung von Fugen geeigneten Bindemittel verlangt werden müffen, genügen aufser den Mörteln auch Moos und einige Erdarten, welche letzteren Stoffe denn auch in dem angedeuteten Sinne Verwendung finden bei den fog. Trocken- oder Feldmauern.

Viele Bindemittel, die fog. Mörtel, befitzen nun aber noch eine weitere fehr werthvolle Eigenfchaft, nämlich die, aus einem weichen, halb flüffigen Zuftand in einen ftarren überzugehen und dabei feft an den Steinflächen zu adhäriren, fo dafs eine Zufammenkittung der Steine erfolgt. Es find dies Bindemittel im wahren Sinne des Wortes, über welche fchon in Theil I, Band 1 diefes »Handbuches« (Abth. I, Abfchn. 1, Kap. 3: Die Mörtel und ihre Grundftoffe) das Nöthige mitgetheilt worden ift, und die dort in chemifche und mechanifche Mörtel eingetheilt wurden. Die Mauerwerke, welche mit Hilfe der chemifchen Mörtel (Kalk-, Cement-Gyps-Mörtel) hergeftellt werden, nennt man im gewöhnlichen Leben gemörtelte oder gefpeiste[38]) Mauern.

Die mechanifchen Mörtel (Lehm, Chamotte, Kitte, Afphalt, Schwefel, gefchmolzenes Blei, Lothe etc.) haben untergeordnetere Bedeutung und finden nur aus fpeciellen Veranlaffungen Verwendung. Auch bei den chemifchen Mörteln ergiebt fich faft immer nur eine mechanifche Verbindung mit den Steinflächen, durch Adhäfion und Eindringen in die Poren.

Auf die weitere Bedeutung vieler Mörtel als Mittel zur Dichtung der Fugen gegen das Eindringen von Feuchtigkeit fei hier nur vorläufig hingewiefen. Eben fo ift es hier nicht am Platze, auf das Specielle der Anwendung der verfchiedenen Mörtel bei den verfchiedenen Steinmaterialien (auf das Mauern) einzugehen; dagegen müffen fchon hier die für alle Materialien giltigen Principien der Anwendung erörtert werden.

87. Grundfatz für chemifche Mörtel.

Die chemifchen Mörtel, wenigftens die Kalk- und die Cement-Mörtel, werden in der Regel mit einem Zufatz von Sand oder einer anderen Füllfubftanz bereitet.

---

38) Die Bezeichnung Mauerfpeife oder Speifs wird vielfach für Mörtel verwendet.

Beim Cement wird der Sand zugefetzt der Erfparnifs und leichteren Verwendung wegen; beim Kalk ift er nothwendig, um im Mörtel die genügende Porofität für das Eindringen der atmofphärifchen Luft und damit ausreichende Säuerung des Aetzkalkes mit Kohlenfäure, möglichft vollftändige Umbildung des Aetzkalkes in kohlenfauren Kalk zu erzielen. Auch ift der Sandzufatz nöthig, um genügende fefte Körperflächen zu haben, an welche der fich bildende kohlenfaure Kalk feft fich anlegen kann. Ohne Sandzufatz wirkt der Kalkteig nur druckausgleichend zwifchen den Steinen.

Nach *Hauenfchild* (fiehe Theil I, Band 1 diefes »Handbuches«, Art. 101, S. 153) entfpricht die Menge Bindeftoff, welche dem Sande zur Mörtelbildung zuzufetzen ift, der Menge von Flüffigkeit, welche vom Sand unter normalen Verhältniffen capillar zurückgehalten werden kann. Es ift dies ein Minimum des Kalkzufatzes, welches aber bei ungenügendem Luftzutritt für rafchere Verfeftigung des Mörtels günftiger wirken kann, als ein reichlicherer Zufatz[39]. Im Allgemeinen ift aber zur Erzielung gröfster Feftigkeit vollkommene Füllung aller Zwifchenräume zu verlangen. Dies gilt auch vom Beton, bei deffen groben Füllmaffen übrigens die Capillarität zwifchen denfelben nur fehr gering fein kann. Man hat daher zur Herftellung eines guten Betons alle Steinbrocken deffelben vollftändig mit Bindeftoff zu umhüllen; ein Mehr würde nicht nützlich fein. Alle Zwifchenräume follen eben nur ausgefüllt werden, was allerdings wegen der Körperlichkeit des Bindeftoffes einen Ueberfchufs an folchem über die gemeffene Summe der Zwifchenräume der Steinbrocken ohne Bindeftoff verlangt.

Derfelbe Grundfatz ift aber auch für die Bildung von Mörtelmauerwerk aufzuftellen; nur dafs bei diefem felbftverftändlich die Mauerhäupter von der Benetzung mit Mörtel auszufchliefsen find. Ein fo hergeftelltes Mauerwerk nennt man fcharf gemauert. Die Menge des nothwendigen Mörtels ergiebt fich dann als Summe der Zwifchenräume, der Fugen, für welche das zuläffig geringfte Mafs anzunehmen ift. Diefes geringfte zuläffige Mafs, die Fugendicke, ift aber abhängig von der Befchaffenheit der Fugenflächen und des Mörtels.

88. Fugendicke.

Je ebener die Fugenflächen und je feinkörniger die Füllfubftanz des Mörtels ift, um fo enger wird man die Fugen machen können. Beides hat aber feine untere Grenze, da durch Uebertreibung der Wirkfamkeit des Mörtels gefchadet werden kann. An glatten Flächen haftet der Mörtel meiftens fchlechter, als an etwas rauhen; ftaubartiger Sand ift für die Mörtelbereitung untauglich; er foll immer ein gut fühlbares, fcharfeckiges Korn befitzen.

Die Dicke der Fugen ift auch von der Geftalt der Steine und der Art des Steinmaterials abhängig. Eben fo wird man zwifchen Lagerfugen und Stofsfugen einen Unterfchied machen können.

Bei der Dimenfionirung der Mauerziegel wird auf die Dicke der Fugen fchon Rückficht genommen; fo ift beim deutfchen Normal-Ziegelformat (fiehe Art. 21, S. 20) die Dicke der Stofsfugen auf 10 mm feft gefetzt, während die der Lagerfugen in der Regel etwas ftärker angenommen werden mufs, nämlich zu ca. 12 mm, wobei dann auf 1 m Höhe 13 Schichten kommen. Abgefehen von der dadurch erzielten Bequemlichkeit für die Maffenberechnung ift die gröfsere Lagerfugendicke defswegen häufig nothwendig, weil die Steine gewöhnlich etwas verfchieden dick und öfters

[39]) Siehe auch: HAUENSCHILD, H. Zur Frage der Erhärtung des Kalkmörtels. Notizbl. des Ziegler- und Kalkbrenner-Ver. 1881, Nr. 1, S. 68.

etwas über 65 mm ftark find, und man daher einigen Spielraum braucht, um die Oberkante der Steine in eine Horizontale bringen zu können. Bei den forgfältig zubereiteten Verblendfteinen und feinfandigem Mörtel wird man dagegen bis zu 6 bis 8 mm herabgehen dürfen, während als oberfte Grenze für ordinäre Backfteine 15 mm anzunehmen wäre. Bei einer dicken Fuge wird wohl eine gleichmäfsige Druckvertheilung zu erwarten fein, aber auch ein ftarkes Setzen des Mauerwerkes durch Compreffion und Schwinden des Mörtels. Wenn die Römer bei ihren Ziegelbauten Fugen von 25 bis 50 mm Dicke anwendeten, fo war dies wohl nur in Folge ihres rafch bindenden Puzzolan-Mörtels zuläffig.

Auch bei Mauerwerken aus bearbeiteten natürlichen Steinen ift bei Feftftellung der Dimenfionen auf die Fugendicke Rückficht zu nehmen, wenigftens auf die der Lagerfugen, die der gleichmäfsigen Druckvertheilung wegen bei Verwendung von Mörtel nicht unter 5 bis 6 mm dick zu machen find, fonft aber auch nicht über 12 mm. Die Stofsfugendicke fucht man im Allgemeinen möglichft knapp zu halten und kann dann, wenn man diefelben nach innen zu fich etwas erweitern läfft, bis zu 3 mm im Haupt herabgehen.

Bei Mauerwerk aus unregelmäfsigen Bruchfteinen ift natürlich die Fugendicke von der Form der Steine abhängig; doch dürfte hier, wie bei den Ziegeln, ebenfalls eine obere Grenze von 15 mm feft zu halten fein. Gröfsere Höhlungen find mit Zwickern auszufüllen.

Mit einem Mörtel wird fich nur dann die beabfichtigte Wirkung vollkommen erzielen laffen, wenn gewiffe Vorfichtsmafsregeln bei der Verwendung beobachtet werden. Dahin gehören Reinigen der Steinflächen, Näffen mancher Steinarten, Nichtftören des Abbindens des Mörtels und Verwendung von frifchem Mörtel. 89. Vorfichts-mafsregeln.

Vollkommene Adhäfion zwifchen Mörtel und Stein kann nur eintreten, wenn keine fremden Körper zwifchen ihnen fich befinden, an welche der Mörtel fich anlegen kann. Solche, wie Staub, Verunreinigungen mit Erde etc., find daher ftets vor dem Vermauern von den Steinen zu entfernen, am vollftändigften durch Wegfchwemmen mit Waffer.

Dadurch wird zugleich bei vielen Steinen etwas Anderes, eben fo Wichtiges erreicht, nämlich ein gewiffer Feuchtigkeitsgrad der Steine, welcher bewirkt, dafs dem Mörtel nicht zu rafch fein Waffergehalt entzogen wird; denn der Erhärtungsprocefs eines chemifchen Mörtels kann nur dann genügend vor fich gehen, wenn derfelbe einige Zeit eine ausreichende Feuchtigkeit behält. Bei poröfen oder thonhaltigen Steinen, fo wie bei Mauerziegeln, wenn fie nicht fehr fcharf gebrannt find, ift das erwähnte Annäffen der Entfernung des Staubes wegen noch nicht ausreichend; fondern es wird bei ihnen eine ftärkere Durchfeuchtung durch Begiefsen oder Eintauchen nothwendig. Dagegen kann bei dichten Steinen und Klinkern ein ftärkeres Annäffen fchädlich fein.

Sind die Steine einmal in ihr Mörtelbett gelegt, fo dürfen fie nicht wieder verrückt oder erfchüttert werden, weil der Mörtel nur einmal abbindet, was in Berührung mit dem Stein in dünner Schicht ziemlich rafch vor fich geht. Ein zweites Mal gehen die meiften Mörtel mit dem Stein keine Verbindung ein. Man mufs fich daher beftreben, die Steine rafch in die richtige Lage zu bringen und fie in diefer zu belaffen. Defshalb ift auch das manchen Orts beliebte Zurichten der Schichtfteine oder Bruchfteine auf der Mauer entfchieden verwerflich. Eben defshalb ift es auch fchwierig, bei Mauern aus fchweren, mühfam verfetzbaren Quadern eine

wirkliche Mörtelverbindung zu erzielen, und man hat daher bei diefen den Mörtel mehr als Füllmaterial für die Fugen zu betrachten.

Wünfcht man eine fefte Mörtelverbindung, fo ift es aus dem eben angegebenen Grunde unbedingt nothwendig, dann, wenn man gezwungen ift, einen fchon verfetzten Stein wieder zu verrücken oder aufzuheben, den früheren Mörtel forgfältig zu befeitigen und durch neuen zu erfetzen. Wegen des rafchen Abbindens der chemifchen Mörtel, namentlich der Cemente und des Gypfes, darf man auch nur verhältnifsmäfsig geringe Quantitäten auf einmal zubereiten, d. h. nur fo viel, als man in der Zeit vom Anmachen bis zum vollendeten Abbinden zu verwenden im Stande ift. Es gilt dies auch für die Kalkmörtel, die man defswegen nicht über Nacht unverwendet und, wenn dies nicht zu umgehen ift, wenigftens nicht ohne gewiffe Schutzmafsregeln ftehen laffen follte.

90. Schädigung durch Hitze und Froft.

Ueber diefe Dinge, über die Eigenfchaften, die ein guter Mörtel haben foll, über die verfchiedenen Arten und die Zubereitung derfelben findet fich das Nähere in Theil I, Band 1 diefes »Handbuches« (Abth. I: Die Technik der wichtigeren Bauftoffe). Es mag jedoch hier noch darauf aufmerkfam gemacht werden, dafs extreme Luft-Temperaturen die Mörtelverbindung eines Mauerwerkes wefentlich ftören können. In heifser Witterung hergeftelltes Mauerwerk, namentlich von dünnen Wänden, fo wie fchnell künftlich getrocknetes Gemäuer erhält nur geringe Feftigkeit, in Folge zu rafcher Entziehung der Feuchtigkeit oder in Folge zu rafcher Erhärtung der äufseren Mörteltheile und dadurch herbeigeführter Minderung der Porofität [40]. Froft wird den Entftehungsprocefs einer Mörtelverbindung ganz zerftören oder wenigftens verzögern [41].

Wo Bauausführungen bei Froftwetter nicht zu umgehen find, mufs man befondere Mafsregeln treffen, die aber entfprechende Koftenvermehrung verurfachen [42].

91. Feftigkeit von Mörtelmauerwerk.

Je homogener ein Stoff in feiner Subftanz ift, um fo gröfsere Feftigkeit wird er verhältnifsmäfsig befitzen. Ein Mauerwerk ift nun keine homogene Maffe, da die einzelnen Stücke deffelben durch die Fugen getrennt werden. Durch die Ausfüllung der Fugen mit Mörtel wird nun allerdings eine gröfsere Homogenität erzielt; aber immerhin ift ohne Weiteres anzunehmen, dafs ein folches Mauerwerk weniger feft fein wird, als der einzelne Stein für fich. Im Mauerwerk haben wir eine Verbindung von Körpern verfchiedener Feftigkeit, in welcher die Druckvertheilung ungleichmäfsiger ift, als in den Steinen und dem Mörtel für fich allein. Es wird dies durch die Erfahrung beftätigt.

*Böhme* fagt hierüber [43]: »Namentlich werden — wenn das Bindematerial härter als der Stein ift — die Stofsfugen die Zerftörer fein, indem der darauf liegende Stein nicht zerdrückt wird, fondern zerbricht. Ift aber das Bindemittel weniger feft, fo wird an den Stellen, wo der Mörtel in grofser Menge vorhanden ift (z. B. in den Stofsfugen), derfelbe früher zerftört werden als der Stein; der Druck geht alsdann auf eine kleinere Fläche über, beanfprucht alfo die Flächeneinheit höher, und die übrigen Steine werden dadurch ebenfalls fchneller zerftört werden müffen. — Stellt man dagegen einen Mauerklotz her, der aus genau bearbeiteten Steinen in gutem Cementmörtel ohne Verband (frei von Stofsfugen) gemauert ift, fo ergeben fich bedeutend günftigere Refultate; ja es ift fogar vorgekommen, dafs ein folcher Mauerklotz mehr Widerftandsfähigkeit lieferte, als ein einziger Stein von der Gattung, aus welcher der Mauerklotz hergeftellt war.«

---

40) Ausführlicheres hierüber fiehe in: GOTTGETREU, R. Phyfifche und chemifche Befchaffenheit der Baumaterialien. II. Bd. 3. Aufl. Berlin 1881. S. 269 u. ff. — Vergl. auch im Folgenden Abth. III, Abfchn. 1, A, Kap. 2.

41) Siehe hierüber: HAUENSCHILD, H. Zur Frage der Erhärtung von Kalkmörtel. Notizbl. des Ziegler- und Kalkbrenner-Ver. 1881, Nr. 1, S. 68.

42) Ueber die Ausführung eines Brückenbaues bei Froftwetter fiehe: Deutfche Bauz. 1880, S. 74. — Desgl. über die Ausführung des Bahnhofes Friedrichsftrafse in Berlin: Baugwks.-Zeitg. 1885, S. 35.

43) In: Die Feftigkeit der Baumaterialien. Berlin 1876. S. 9.

Verbandmauerwerk iſt nun ohne Stoſsfugen nicht herſtellbar (höchſtens bei ſchwachen Hauſteinpfeilern), ſo daſs die Verſuche, welche mit Mauerklötzen hergeſtellt wurden, die nur Lagerfugen hatten, für die Praxis eigentlich keine Bedeutung haben. Leider iſt die Unterſuchung von gröſseren Mauerkörpern aus Verbandmauerwerk mit groſsen Schwierigkeiten verknüpft, ſo daſs ſolche bis jetzt wenig ausgeführt worden ſind. Für Mauerziegel liegt jedoch eine von *Böhme* mitgetheilte längere Verſuchsreihe vor [44]). Von derſelben ſollen hier die Schluſsreſultate wiedergegeben werden, aus welchen ſich der weſentliche Einfluſs des Mörtels auf die Feſtigkeit des Mauerwerkes ergiebt.

Wenn mit $\delta$ die Feſtigkeit des gemauerten Würfels und mit $\delta_1$ die zuläſſige Belaſtung derſelben bei 10-facher Sicherheit in Procenten der Feſtigkeit der unvermauerten Steine bezeichnet wird, ſo betragen dieſe Werthe bei den angeführten Mörtelmiſchungen:

| Feſtigkeit | Mörtelmiſchung: I. 1 Theil Kalk, 2 » Sand. | II. 7 Theile Kalk, 1 Theil Cement, 16 » Sand. | III. 1 Theil Cement, 6 » Sand. | IV. 1 Theil Cement, 3 » Sand. |
|---|---|---|---|---|
| $\delta$ | 44 | 48 | 55 | 63 |
| $\delta_1$ | 4,4 | 4,8 | 5,5 | 6,3 |
| | Procent. | | | |

Unter Benutzung dieſer Werthe von $\delta_1$ und der aus vielen Verſuchen gefundenen Mittelwerthe für die Druckfeſtigkeit der verſchiedenen Backſteinſorten hat *Böhme* über die zuläſſige Belaſtung eines aus denſelben hergeſtellten Verbandmauerwerkes folgende Tabelle aufgeſtellt:

| Art der Steine | Mittlere Druckfeſtigkeit der unvermauerten Steine | Zuläſſige Belaſtung des Verbandmauerwerkes bei Mörtelmiſchung I. $\delta_1 = 4,4$ Proc. | II. 4,8 Proc. | III. 5,5 Proc. | IV. 6,3 Proc. | Zuläſſige Belaſtung nach den Beſtimmungen des Berliner Polizei-Präſidiums: Kalkmörtel | Cementmörtel | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gewöhnliche Hintermauerungsſteine . . . . . | 206 | 9,1 | 9,8 | 11,3 | 13 | 8 | — | |
| Beſſere Backſteine, Mittelbrand . . . . . . | 258 | 11,4 | 12,4 | 14,2 | 16,3 | — | 11 | |
| Klinkerſteine . . . . . | 379 | 16,7 | 18,2 | 20,8 | 24 | — | 14 | |
| Poröſe Vollſteine . . . . | 184 | 8,1 | 8,8 | 10,1 | 11,6 | — | { 3<br>6 | leicht gebrannt.<br>hart gebrannt. |
| Poröſe Lochſteine . . . | 84 | 3,7 | 4 | 4,6 | 5,3 | — | — | |
| Lochſteine . . . . . . . | 194 | 8,5 | 9,3 | 10,7 | 12 | — | — | |
| | Kilogramm pro 1 qcm. | | | | | | | |

Mit Bruchſteinen ſind ähnliche Verſuche, wie es ſcheint, zwar noch nicht angeſtellt worden; doch wird man bei ihnen über die für Backſteine ermittelten Procentſätze ($\delta_1$) der Feſtigkeit der unvermauerten Steine nicht hinausgehen dürfen, da

[44]) In: Thätigkeit der k. Prüfungs-Station für Baumaterialien im Jahre 1878: Zeitſchr. f. Bauw. 1880, S. 555.

die Geſtalt der Stücke mit in Rechnung zu ziehen iſt. *Böhme* giebt folgende Tabelle, deren Reſultate aber von ihm als hohe bezeichnet werden:

| Bezeichnung der Bruchſteine | Mittlere Druck-feſtigkeit der unvermauerten Steine für die Würfelform | Zuläſſige Belaſtung | |
|---|---|---|---|
| | | für platten- oder klotzförmige Werkſtücke ohne Mörtelverbindung | für Bruchſteinmauer-werk in Cement-mörtel ($\delta_1 = 5{,}5$ Proc.) |
| Granit | 1107 | 110 | 60 |
| Porphyr | 1302 | 130 | 72 |
| Sandſtein | 460 | 46 | 25 |
| Quaderſandſtein | 679 | 68 | 37 |
| Sandſteinquarz | 1523 | 152 | 84 |
| Baſalt-Lava | 391 | 39 | 21 |
| Baſalt | 1382 | 138 | 76 |
| | Kilogramm pro 1 qcm. | | |

92. Mechaniſche Mörtel. War es bei den chemiſchen Mörteln im Allgemeinen nothwendig, die Steinflächen zu näſſen, ſo iſt das Umgekehrte bei den mechaniſchen Mörteln der Fall. Es ſind dieſelben in zwei Gattungen zu ſcheiden: in ſolche, die aus dem halb flüſſigen Zuſtande in Folge Austrocknens der mechaniſch beigemengten Flüſſigkeit in den feſten übergehen (Lehm, Chamotte etc.), und in ſolche, die geſchmolzen werden und durch Abkühlung erſtarren (Aſphalt, Blei, Schwefel etc.). Bei den erſteren würde das Näſſen der Steine, eben ſo wie eine zu groſse Feuchtigkeit des Mörtels (er braucht nur mit der Kelle verarbeitet und in die Fugen gebracht werden zu können) den Erhärtungs-Proceſs nur verzögern und ein ſtärkeres Schwinden und damit vermehrtes Setzen des Mauerwerkes verurſachen. Bei den letzteren würde dagegen vorhandene Feuchtigkeit ſogar ſchädlich (Verhinderung der Adhäſion) und unter Umſtänden (bei Blei) auch gefährlich für den Arbeiter werden können. Bei dieſen Bindemitteln iſt es daher angezeigt, die Steinflächen vor Feuchtigkeit zu ſchützen und etwa vorhandene durch Austrocknen zu beſeitigen.

Für Lehm, Chamotte u. dergl. Mörtel gelten in Bezug auf die zu verwendende Mörtelmenge und die Fugendicke dieſelben Grundſätze, wie bei den chemiſchen Mörteln; es iſt dieſelbe nach Möglichkeit einzuſchränken. Für die zu ſchmelzenden Bindemittel laſſen ſich in dieſer Beziehung keine allgemeinen Regeln aufſtellen.

93. Trockenmauerwerk. Trockene oder Feld-Mauern werden mit Hilfe von Moos und Erde hergeſtellt. Da es ſich hierbei nur um Ausfüllung der Zwiſchenräume und feſte Lagerung der Steine handelt, ſo muſs das Bindemittel trocken zur Anwendung gelangen, damit ein ſpäteres Schwinden und Setzen ausgeſchloſſen iſt. Unter Trockenheit iſt aber bei Erde nicht ſtaubartige Beſchaffenheit derſelben zu verſtehen; ſondern ſie muſs etwas plaſtiſch fein und ſich noch gut in den Zwiſchenräumen durch Klopfen und Stampfen comprimiren laſſen, wozu bei geeignetem Material nur geringe Feuchtigkeit nothwendig iſt.

94. Wahl des Bindemittels. Die richtige Wahl eines Bindemittels für einen gegebenen Fall kann von groſser Wichtigkeit für den dauerhaften Beſtand eines Bauwerkes ſein. Es iſt hier nun nicht der Platz, auf dieſen Gegenſtand näher einzugehen, da hierüber einestheils ſchon in Theil I, Band 1 dieſes »Handbuches« (Abth. 1: Die Technik der Bauſtoffe) verhandelt worden iſt, anderentheils dazu Veranlaſſung bei der Beſprechung der

einzelnen Conftructionen vorliegt. Wir können uns daher hier mit allgemeinen Andeutungen begnügen.

Für die Wahl des Bindemittels kommen namentlich in Betracht: Beanfpruchungen durch die Conftruction, Einflüffe von Witterung, Feuchtigkeit, Temperatur und Benutzung des Bauwerkes, Einwirkung von Naturereigniffen und benachbarten Nutzanlagen.

Werden Bautheile ftark auf Zug oder Druck in Anfpruch genommen, fo mufs ein Mörtel gewählt werden, der rafch eine eigene grofse Feftigkeit erlangt (z. B. Portland-Cement), während bei anderen, weniger beanfpruchten Theilen ein Mörtel von geringerer Feftigkeit oder ein folcher, der erft langfam feft wird (z. B. Luftkalkmörtel) genügen kann. Aehnlich verhält es fich, wenn bei Mauerkörpern ftarkes Setzen zuläffig ift oder nicht (in letzterem Fall wird man einen rafch erhärtenden, nicht fchwindenden Mörtel verwenden müffen), oder wenn Erfchütterungen durch Naturereigniffe oder benachbarte Nutzanlagen zu erwarten find oder nicht. Häufig wiederkehrende Erfchütterungen können unter Umftänden einen elaftifchen Mörtel zweckmäfsig erfcheinen laffen (z. B. Afphalt-Beton für Fundamentirung von Dampfmafchinen, Dampfhämmern etc.). Die vorausfichtlichen Einflüffe von Witterung und Feuchtigkeit verlangen einen Mörtel von entfprechenden, gewöhnlich einen folchen von hydraulifchen Eigenfchaften. Da wo Feuchtigkeiten am Durchdringen oder Auffteigen verhindert werden follen, ift ein wafferdichter Mörtel nothwendig (Cement, Afphalt). Mauerwerke, die höheren Temperaturen ausgefetzt find, müffen mit einem Mörtel hergeftellt werden, der durch die Hitze nicht zerfetzt wird (Lehm, Chamotte u. a. m.). Räume, in denen alkalifche oder fauere Dämpfe entwickelt werden, zur Fortleitung oder Aufbewahrung ähnlicher Flüffigkeiten oder von Excrementen benutzte Canäle oder Gruben verlangen einen Mörtel, der keine chemifchen Veränderungen durch die genannten Dünfte oder Stoffe erleidet. Andererfeits dürfen Eifen, Blei und andere Metalle, die mit dem Mörtel des Mauerwerkes in Berührung kommen, durch diefen nicht angegriffen werden. Mauern, welche wafferdurchläffig fein follen (Futtermauern), wird man unter Umftänden als Trockenmauern aufführen können. Auch die Zufammenfetzung eines und deffelben Mörtels kann je nach dem Orte der Verwendung und der Beanfpruchung variirt werden. So wird man Mauerkörper, welche fpäterhin ftarke Belaftung erhalten, mit einem magereren Luftmörtel ausführen können, als folche, die nur wenig belaftet werden; Mauerziegel hat man, des geringeren Eigengewichtes wegen, mit fetterem Luftmörtel zu vermauern, als Quader und dichte Bruchfteine.

### b) Verbindung der Steine durch befondere Formung der Fugenflächen.

95. Verbindung innerhalb einer Schicht.

Zur Verbindung der Steine innerhalb einer Schicht durch befondere Formung der Stofsflächen find namentlich folgende Mittel in Gebrauch: polygonale Geftaltung der Steine im Grundrifs, fchwalbenfchwanzförmige Ausbildung derfelben, Verfchränkung oder Auskröpfung der Stofsfugen und Anwendung von Nuth und Feder (Spundung). Die erften beiden Mittel gelangen mehr im Ingenieur-Bauwefen zur Benutzung, müffen aber der Vollftändigkeit wegen hier mit zur Erörterung kommen und können in befonderen Fällen auch im Hochbau Verwendung finden. Die beiden zuletzt angeführten Formungen der Fugenflächen find mehr im Hochbau gebräuchlich; zum Theile haben fie allerdings auch nicht viel mehr als hiftorifche Bedeutung.

Bei all diefen Arten der Formung der Fugenflächen ift es erforderlich, darauf Rückficht zu nehmen, dafs die Kanten der Steine nicht zu fpitzwinkelig werden. Es

wird dies um ſo nothwendiger, je weicher das Steinmaterial iſt. Auch empfiehlt es ſich immer zur Erſparung an Koſten und Erzielung genauer Arbeit, möglichſt einfache Formen zu wählen.

96. Polygonale Form der Steine.

Die polygonale Grundriſsbildung der Steine iſt verwandt mit dem Polygon-Verband von aufgehendem Mauerwerk. Sie iſt namentlich bei der Conſtruction von Leuchtthürmen und Brückenpfeilern zur Anwendung gekommen, bei welchen der Wellenſchlag, bezw. der Eisgang oft ſehr bedeutende Schübe ausüben, ſo daſs eine beſondere Sicherung der Steine geboten erſcheint.

Fig. 213.

Fig. 214.

In Fig. 213 iſt als charakteriſtiſches Beiſpiel ein Theil einer Schicht eines Leuchthurm-Unterbaues aus der Bucht von Plymouth mitgetheilt [45]). Der Fugenſchnitt iſt hier mit groſsem Verſtändniſs behandelt. Die auf einander folgenden Schichten ſind durch eiſerne Ringdübel verbunden. — Eine complicirtere, ſpitzwinkelige Kanten nicht vermeidende Bildung zeigt das Beiſpiel Fig. 214. Es würde ſich dieſer Mangel durch die ſpäter zu beſprechende rechtwinkelige Verſchränkung der Steine vermeiden laſſen (ſiehe Fig. 218).

97. Schwalbenſchwanzförmige Bildung der Steine.

Sehr viel wird zur Verbindung von Steinen einer Schicht die ſchwalbenſchwanzförmige Geſtaltung der Steine in Anwendung gebracht, weniger bei durchgängigem Quadermauerwerk (doch gehört theilweiſe hierher das Beiſpiel in Fig. 214), als bei gemiſchtem Mauerwerk mit Quaderverblendung aus Läufern und Bindern. Durch die in entſprechende Vertiefungen der Binder eingreifenden Vorſprünge der Läuferenden werden dieſe letzteren in ihrer Lage geſichert, während die Binder durch die Hintermauerung belaſtet und feſt gehalten werden (Fig. 215). — Bei zweihäuptigem Mauerwerk können die Binder zu ſehr wirkſamen Ankerſteinen gemacht werden (Fig. 217, bei *a*). Sind die Binder nicht in einer der Mauerdicke entſprechenden Länge zu beſchaffen, ſo kann man eine ähnlich kräftige Verankerung er-

Fig. 215.

Fig. 216.

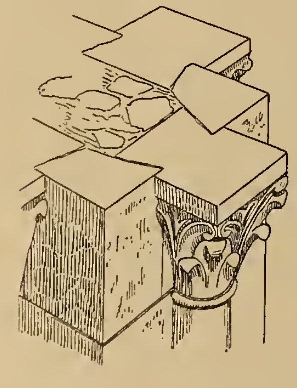


Fig. 217.

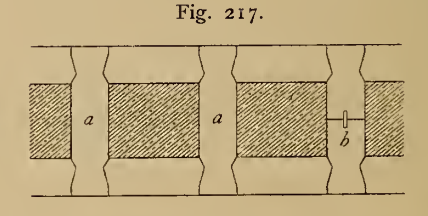
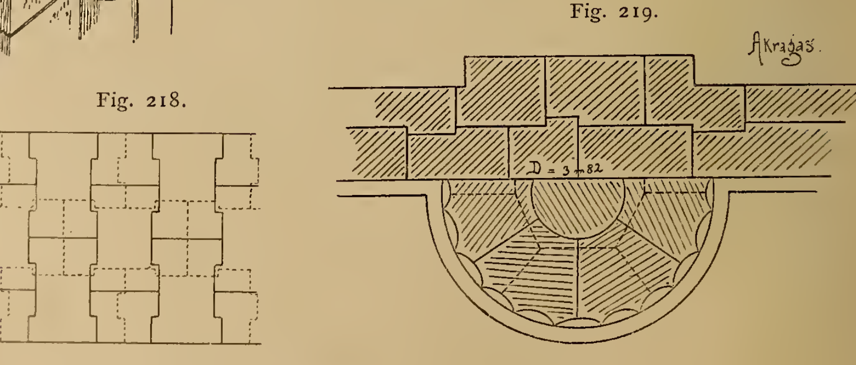



Fig. 218.

Fig. 219.



45) Nach: MÖLLINGER, K. Elemente des Steinbaues. I. Halle 1869.

zielen durch Stofs zweier oder mehrerer Binder und Verklammerung der inneren Köpfe (Fig. 217, bei *b*). — Die Schwalbenfchwanzform wird oft auch zum Feftbinden von vor die Mauerfluchten vorfpringenden Architekturtheilen benutzt (Fig. 216 [46]).

Die Verfchränkung der Stofsfugen befteht darin, dafs die Fugenflächen auf 98. Verfchränkung der Stofsfugen.
einen Theil ihrer Länge rechtwinkelig ausgekröpft werden, und dafs man in die fo gefchaffenen Winkel die Ecken anderer Steine eingreifen läfft. Diefe Verbindungsweife ift bei vollem Quadermauerwerk zur Anwendung gebracht worden, wie das Beifpiel in Fig. 219 zeigt, welches einen Theil der Umfaffungsmauer des Zeus-Tempels zu Akragas darftellt. Fig. 218 zeigt, wie fich das Beifpiel Fig. 214 durch Anwendung der Verfchränkung vereinfachen liefse.

Die Verbindung der Steine durch Nuth und Feder charakterifirt fich dadurch, 99. Verbindung mittels Feder u. Nuth.
dafs in den Mitten der Stofsflächen am einen Stein ein beliebig, aber zweckmäfsig geformter Vorfprung in eine entfprechende Vertiefung des benachbarten Steines eingreift. Es ift diefe Verbindungsweife im Princip nicht wefentlich verfchieden von der Verfchränkung und von der fchwalbenfchwanzförmigen Geftaltung; fie ift aber diejenige, welche im Hochbau auch heutzutage noch zumeift angewendet wird, und zwar namentlich zur engeren Verbindung von Abdeckungsplatten von Mauern, von geftofsenen Treppenftufen, oder auch zur befferen Sicherung von aufrecht geftellten Sockelplatten etc. Beifpiele hierfür bieten Fig. 220, *a*—*d*, 221 u. 222). Die Griechen befeftigten auf diefe Weife mitunter die Metopen-Platten der dorifchen Tempel in den Triglyphen-Blöcken [47]). Selbftverftändlich können auch Läufer und Binder in diefer Weife verbunden werden.

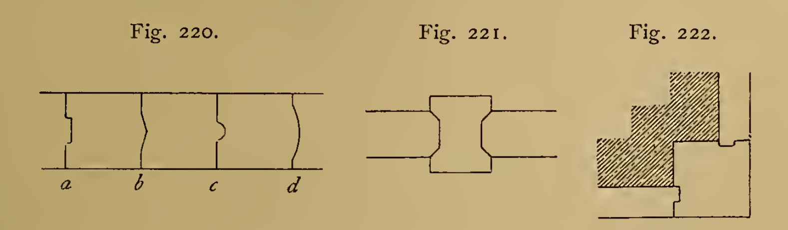
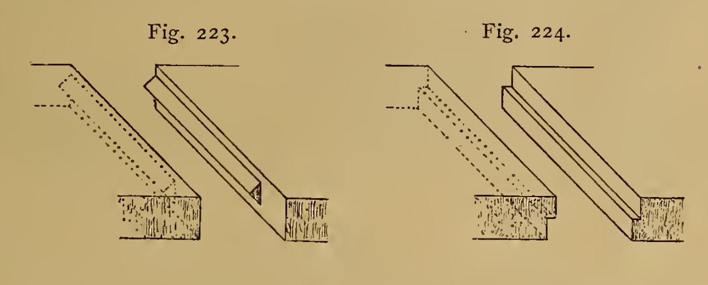


Fig. 220. Fig. 221. Fig. 222.


Fig. 223. Fig. 224.

Diefes Mittel wird auch zur Dichtung der Fugen von Balcon-Platten, Treppenflötzen oder dergl. verwendet (Fig. 223). Zu demfelben Zweck wird auch die Ueberfalzung benutzt (Fig. 224). Diefe kommt auch bei aufrecht geftellten Platten zur Anwendung. So zeigt Fig. 225 die bei dem Dachreiter der frühgothifchen Kapelle zu Iben in Rheinheffen verwendete Ueberfalzung.


Fig. 225.

Zur Verbindung der Steine auf einander folgender Schichten durch befondere 100. Verbindung in auf einander folgenden Schichten.
Formung der Lagerfugenflächen verwendet man die Verkämmung und auch wieder die Verbindung durch Nuth und Feder.

Die Verkämmung der Lagerflächen ift ganz ähnlich der Verfchränkung der Stofsflächen; fie befteht in rechtwinkeligen Auskröpfungen. Ein gutes Beifpiel hier-

46) Nach: Viollet-le-Duc. *Dictionnaire raifonné de l'architecture etc.* Band I. Paris 1858. S. 504.

47) Siehe Theil II, Band 1 diefes »Handbuches« (S. 86).

Fig. 226.

Fig. 227.

Fig. 228.

Fig. 229.

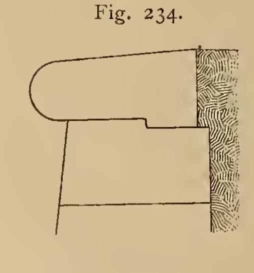
Fig. 230.

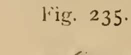
Fig. 231.

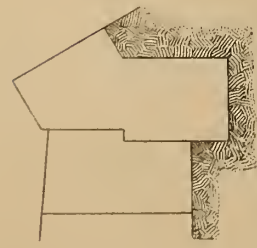
Fig. 232.

Fig. 233.

Fig. 234.




Fig. 235.



für bietet das Stylobat-Gemäuer des Zeus-Tempels zu Akragas (Fig. 226), von dem schon ein Stück Umfassungsmauer in Fig. 219 dargestellt wurde [48]).

Die in Fig. 229 mitgetheilte Verkämmung verhindert nach allen Richtungen hin Verschiebungen.

In Frankreich werden jetzt auch Backsteine nach demselben Princip fabricirt, und zwar in zwei Systemen: *brique Robert* (Fig. 233) und *brique-blindage* (Fig. 230 [49]).

Die Verkämmung der Lagerfugen wird gegenwärtig öfters angewendet, um Sockelsteine und Deckplatten von Futtermauern, Stützmauern, Terrassenmauern etc. gegen Verschiebung zu sichern (Fig. 227, 234 u. 235), eben so um aufrecht gestellte Platten von Sockelmauern fest zu halten (Fig. 228).

Die Verbindung der Lagerflächen durch Nuth und Feder wird häufig zur Anwendung gebracht, um frei stehende

[48]) Siehe ebendas.: S. 52.

[49]) Nach: *Semaine des const.*, Jahrg. 3, S. 380.

Conftructionstheile oder folche, die keine Belaftung erhalten dürfen, gegen eine feitliche Verfchiebung zu fichern, fo z. B. die einzelnen Höhenabtheilungen von Galerien oder Baluftraden (Fig. 231) und die Fenfter-Mafswerke (Fig. 232).

Ganz ähnlich ift die Zapfenverbindung, welche mitunter zu verwandten Zwecken in Anwendung gebracht wird.

101.
Verbindung der Wölbfteine in den Lagerfugen.

Hierher gehören auch die verfchiedenen Verbindungsweifen von Wölbquadern in den Lagerfugen, um fie gegen ein Gleiten zu fichern oder auch um die Widerlagsftärken verringern zu können.

Fig. 236.

Fig. 237.

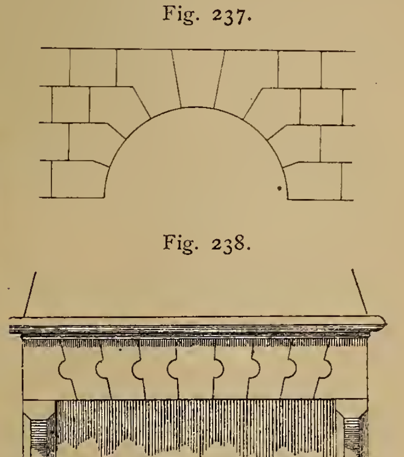
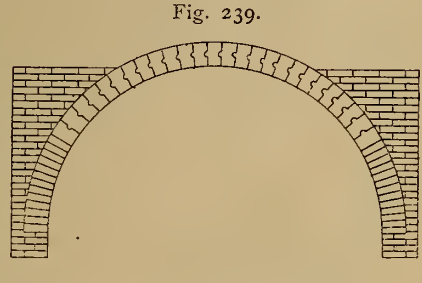


Fig. 238.

Zu diefem Zwecke werden Verkämmungen, Verhakungen oder Verzahnungen, fo wie auch die Verbindungen von Nuth und Feder, befonders bei den fcheitrechten Bogen, angewendet. Fig. 236 zeigt die Conftruction des Sturzes der Mittelthür des römifchen Theaters zu Orange in Südfrankreich; diefe Conftructionsweife wurde von den Römern mitunter zur Anwendung gebracht. Fig 237 ftellt die im XVII. und XVIII. Jahrhundert fehr beliebte Umbildung derfelben für den Vollbogen dar. Der conftructive Werth diefer Verbindung ift jedoch zweifelhaft. Die Anwendung erfolgte in der Regel, um den Anfchlufs und die Höhe der benachbarten Quaderfchichten reguliren zu können.

Fig. 239.



Die Benutzung von Nuth und Feder für fcheitrechten Bogen und Vollbogen zeigen Fig. 238 u. 239. Es wird diefe Verbindungsweife auch bei gebrannten Steinen angewendet, fo die Art der Conftruction in Fig. 238 öfters bei Terracotta-Bauten in England, die Wölbungsweife in Fig. 239 zur Herftellung der Brennkammern von Ziegelöfen. Noch künftlichere Verbindungen

Fig. 240.

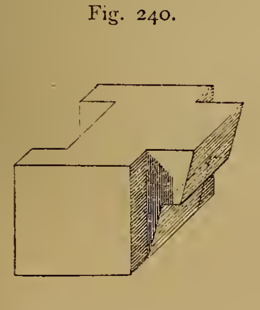
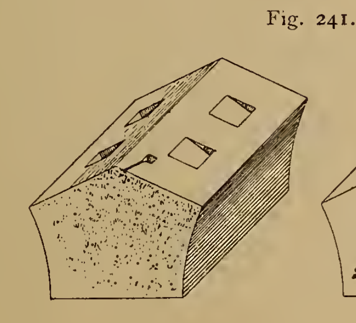
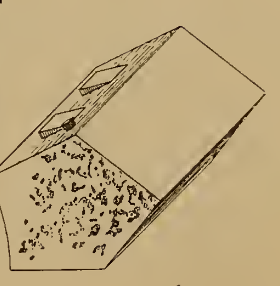
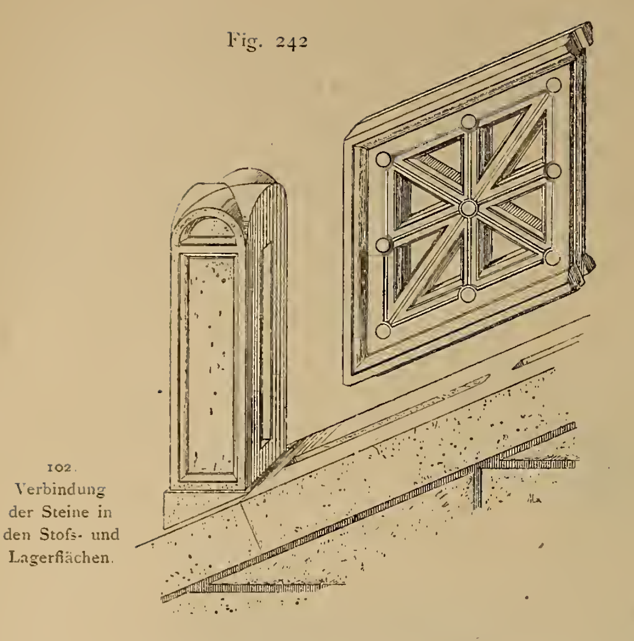


Fig. 241.





102. Verbindung der Steine in den Stoſs- und Lagerflächen.


Fig. 242

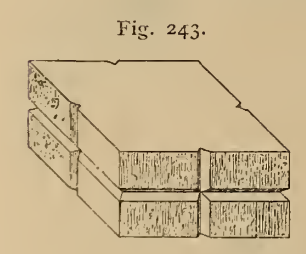
dieſer Art finden ſich an mittelalterlichen Bauwerken Englands und Frankreichs [50]). — Eine Vereinigung der Verzahnung und der Verbindung durch Nuth und Feder bietet Fig. 240 [51]). Dieſe künſtliche Verbindung wird im Aeuſseren der ſcheitrechten Bogen nicht ſichtbar.

Ein ähnliches Mittel, die Zapfenverbindung, verwendeten die Römer, um die Wölbſteine der unteren Theile der Bogen auf einander feſt zu halten, da dieſe ohne Wölbrüſtung ausgeführt wurden, ſo am Coloſſeum in Rom (Fig. 241 [52]).

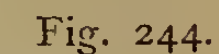
Oeſters erſcheint es zweckmäſsig, ſowohl die Steine der Schichten unter ſich, als auch die Schichten mit einander zu verbinden. Das Letztere erfolgt allerdings gewöhnlich durch Hinzuziehung beſonderer Hilfsſtücke, wie dies beim Beiſpiel in Fig. 213 der Fall war. Eine allſeitige Verbindung neben und über einander liegender Stücke durch Nuth und Feder zeigt das in Fig. 242 abgebildete Stück des ſteinernen Geländers der Freitreppe am Stadthauſe in Winterthur.

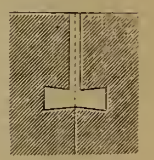
103. Fugen mit Canälen.

Ein anderes hier anzuführendes Mittel iſt die Einarbeitung von correſpondirenden dreieckigen oder halbkreisförmigen Nuthen in den Lager- oder Stoſsflächen oder in allen Fugenflächen der benachbarten Steine, wodurch Canäle von quadratiſchem oder kreisförmigem Querſchnitt von 3 bis 10 cm Breite gebildet werden, die man mit Cementmörtel oder Cement-Beton ausfüllt (Fig. 243).


Fig. 243.

Zu berückſichtigen iſt hier auch die Verbindung der Steine in den Stoſsfugen dadurch, daſs man in die Stoſsflächen correſpondirende Höhlungen (Fig. 244) einarbeitet, welche mittels eines Canales von oben her mit Cementmörtel oder auch Blei ausgefüllt werden.


Fig. 244.



## c) Verbindung der Steine durch beſondere Hilfsſtücke.

104. Hilfsſtücke.

Die Verbindung der Steine mittels beſonderer Formung der Fugenflächen iſt zwar in den meiſten Fällen geeignet, die ſolideſten und dauerhafteſten Reſultate zu liefern; ſie iſt aber immer koſtſpielig nicht nur wegen des in Folge des Ineinandergreifens der Steine erforderlichen gröſseren Materialaufwandes, ſondern auch wegen der oft complicirten und ſehr genau auszuführenden Bearbeitung der Flächen und der ſchwierigen Verſetzung der Steine. Bei nicht ganz genauer Arbeit wird der beabſichtigte Zweck entweder ungenügend oder gar nicht erreicht. Deſswegen bedient man ſich viel häufiger der billigeren und bequemer anzuwendenden Verbindung

[50]) Siehe: GWILT, J. *An encyclopedia of architecture.* London 1876. S. 568.
[51]) Nach: RINGLEB, A. Lehrbuch des Steinſchnittes etc. Berlin 1844. Taf. 21.
[52]) Nach: CHOISY, A. *L'art de bâtir chez les Romains.* Paris 1873. S. 127.

durch befondere Hilfsftücke, die allerdings oft, wegen Vergänglichkeit der verwendeten Materialien und mit denfelben verknüpften Gefahren für die Conftruction, befondere Vorfichtsmafsregeln erforderlich machen. Es bezieht fich diefe Bemerkung auf das fo oft zur Anwendung gelangende Eifen und auch das Holz.

Die Hilfsftücke können nämlich aus Stein, Holz und Metallen hergeftellt werden. Unter den letzteren kommen zur Verwendung Kupfer, Bronze, Meffing, Blei und vor allen Dingen das Eifen, als das billigfte. Holz ift bekanntlich unter wechfelnder Trockenheit und Feuchtigkeit von geringer Dauer; durch Einwirkung von Feuchtigkeit quillt es an und kann die verbundenen Steine zerfprengen. Das Eifen roftet rafch, befonders unter Einwirkung von Näffe und Kalkmörtel, dehnt fich dabei aus und kann in Folge deffen auch die Conftructionen zerftören. Die zur Verhütung diefer Gefahren zu ergreifenden Mafsregeln follen fpäter befprochen werden.

105. Verbindungen in einer Schicht.

Zur Verbindung der Steine in einer Schicht werden namentlich die Verklammerungen und Verankerungen verwendet. Bei den erfteren greift das Hilfsftück in der Regel nur über eine Stofsfuge hinweg, während bei den letzteren eine gröfsere Anzahl von Stofsfugen überfprungen werden.

Die Klammern kommen hauptfächlich in zweierlei Geftalt in Anwendung: in der doppeltfchwalbenfchwanzförmigen Geftalt (Fig. 247) und als prismatifcher Stab mit umgebogenen Enden (Fig. 248). Die erfte Form wird entweder von einem feften und zähen Stein (Granit, Grünftein, Marmor) hergeftellt oder von Metall.

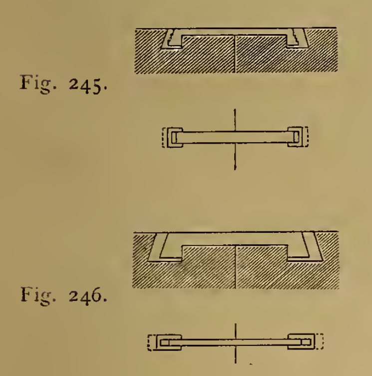


Fig. 245.

Fig. 246.

Nach *Ch. Normand*[53]) find beim Pantheon in Rom doppeltfchwalbenfchwanzförmige Klammern aus Bronze von 280 mm Länge, 130 mm Breite und 22 mm Dicke zur Verwendung gekommen, und *Rondelet*[54]) theilt mit, dafs beim Abbruch eines Theiles der äufseren Umfaffungsmauern des Forum des *Nerva* in Rom aufserordentlich gut erhaltene Schwalbenfchwänze von hartem Holz gefunden wurden.

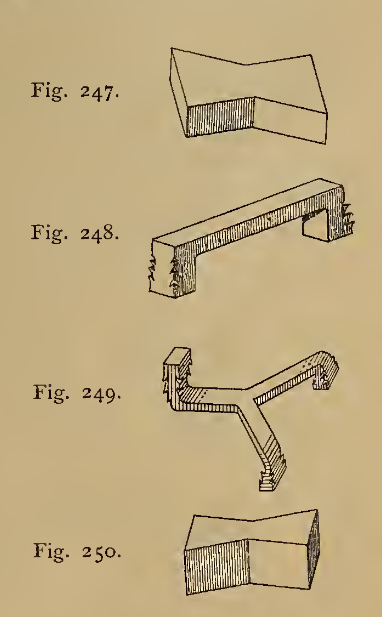


Fig. 247.

Fig. 248.

Fig. 249.

Fig. 250.

Die zweite, bei Weitem häufiger vorkommende Form der Klammer wird nur in Metall ausgeführt, und zwar gewöhnlich in Gufs- oder beffer in Schmiedeeifen. Man nennt folche Klammern Steinklammern, zur Unterfcheidung von den ähnlich geformten Holzklammern, welche aber fpitze Füfse haben und in das Holz eingefchlagen werden. Die Steinklammern werden um ihre Dicke in die oberen Lagerflächen der Steine eingelaffen. Die umgebogenen, 25 bis 40 mm langen und gewöhnlich aufgehauenen Enden, die Klammerfüfse oder Pratzen, greifen in entfprechend tiefe und gröfsere Löcher ein, welche fich nach aufsen etwas erweitern, um das Herausziehen derfelben zu erfchweren (Fig. 245). Der Raum um diefelben wird mit einem zweckentfprechenden Material (Blei, Schwefel, Gyps, Cement, Afphalt, Steinkitt) feft ausgefüllt, worüber weiter unten das Nöthige

53) In: *Effai fur l'exiftence d'une architecture métallique antique. Encyclopédie d'arch.* 1883, S. 75.

54) In: *L'art de bâtir.* Deutfche Ueberfetzung 1834. II. Bd. S. 27.

mitgetheilt werden wird. Die Länge und Stärke der Klammern hat ſich einestheils nach der Gröſse der zu verbindenden Steine zu richten, anderentheils nach der Feſtigkeit des Steinmaterials, nach welcher zu beurtheilen iſt, wie weit von den Fugen entfernt man die Klammerlöcher anbringen kann; hiernach kann dieſes Maſs 5 bis 20 cm betragen.

Zu den ſchmiedeeiſernen Steinklammern wird Quadrat- oder Flacheiſen verwendet; die umgebogenen Enden werden durch Stauchen verdickt. Bei Verwendung von Flacheiſen liegt in der Regel die Klammer mit der flachen Seite auf dem Stein. Bleiben jedoch die Klammern äuſserlich ſichtbar, wie bei der Verbindung von Mauerabdeckungsplatten, ſo iſt es zweckmäſsiger, dieſelben hochkantig zu ſtellen, um ſie dadurch vor der Einwirkung der Atmoſphäre und vor Entwendung beſſer zu ſchützen (Fig. 246). Daſſelbe kann auch mit den ſchwalbenſchwanzförmigen Klammern geſchehen (Fig. 250).

Griechen und manche andere alten Völker verwendeten bei ihren Quaderbauten vielfach verſchiedenartig geformte Metallklammern [55]).

Klammern, welche vom oberen Lager eines aufrecht geſtellten längeren Werkſtückes (z. B. von einem Fenſter- oder Thürgewände) in das benachbarte Mauerwerk greifen, um den fehlenden Verband zu erſetzen, nennt man Stichklammern.

In beſonderen Fällen werden die Steinklammern mit gegabelten oder auch mit entgegengeſetzt umgebogenen Enden verſehen. Das erſtere wird angewendet, wenn durch eine Klammer mehr als zwei Steine verbunden werden ſollen, das letztere, wenn Quader mit einer Hintermauerung von Ziegeln oder Bruchſteinen in Verbindung zu bringen ſind. Das aufwärts gebogene Ende läſſt man in die Fugen der Hintermauerung eingreifen (Fig. 249).

Bei Herſtellung der Hohlmauern aus Ziegeln bedienen ſich die Engländer häufig in der in Fig. 257 dargeſtellten Weiſe einer der in Fig. 251 bis 256 abgebildeten Klammerformen aus Guſs- oder Schmiedeeiſen.

Fig. 251.

Fig. 252.

Fig. 253.

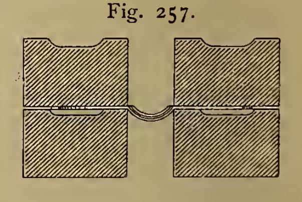
Fig. 254.

Fig. 255.

Fig. 256.

Bei Hintermauerung von Quaderverblendungen, ſo wie bei Mauerwerk aus kleinſtückigem Material kommen auch die eigentlichen Verankerungen in Anwendung. Die Anker ſind entweder ähnlich geſtaltet wie die Klammern, d. h. bei gröſserer Länge mit umgebogenen Enden verſehen, oder ſie ſind wie die Balkenanker gebildet, d. h. ſie haben Splinte, die in verticaler Stellung durch Oefen am Ende der Eiſenſtangen geſteckt werden.

Fig. 257.



Die erſtere Art wird von *Rankine* [56]) als Reifeiſenverband bezeichnet und mitunter bei Ziegelmauerwerk angewendet, um die Zugfeſtigkeit in der Längenrichtung zu vermehren. Die Flacheiſenſtangen ſollen in ihren Stöſsen abwechſeln, an den Enden um ca. 5 cm nach abwärts gebogen ſein und brauchen als Querſchnittsfläche nicht mehr als 1/300 des Mauerquerſchnittes zu haben.

---

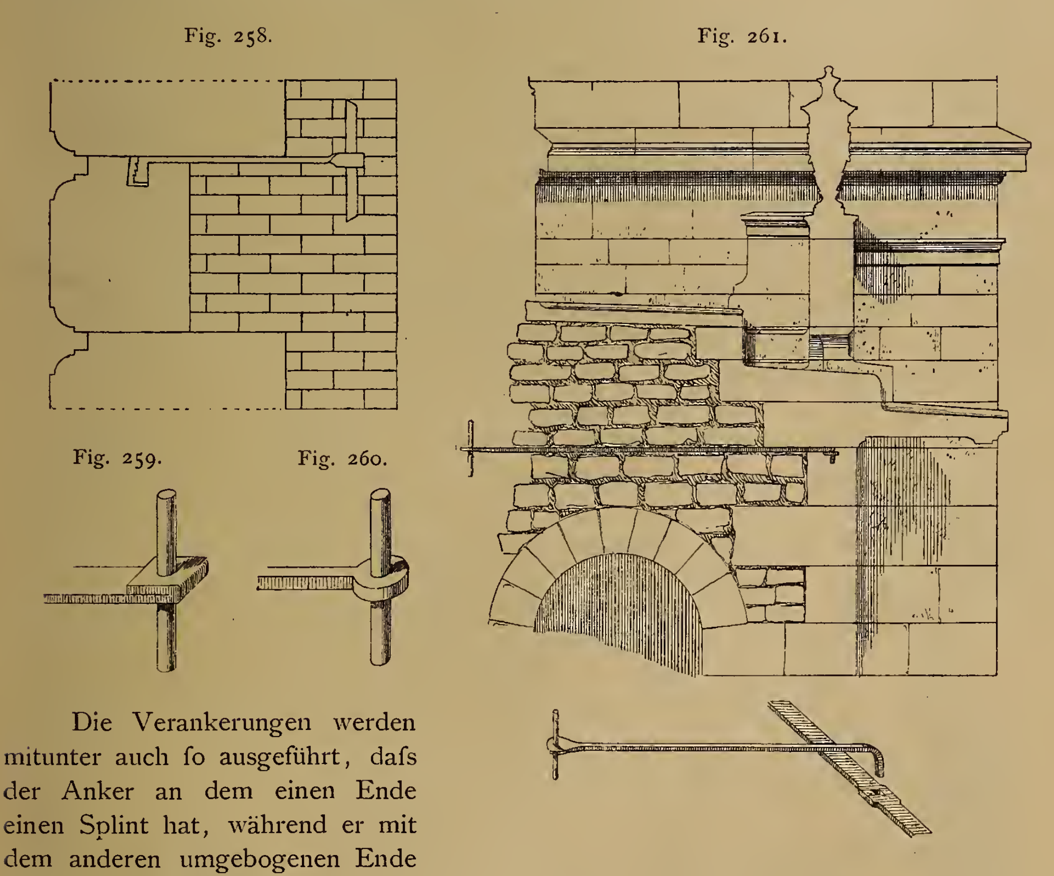
[55]) Siehe hierüber Theil II, Band 1 (S. 57) und 2 (S. 132) dieſes »Handbuches«.

[56]) Handbuch der Bauingenieurkunſt. Ueberſetzt von F. Kreuter. Wien 1880. S. 432.

Nach *H. Müller* [57]) werden zum Reifeifenverband gewöhnlich Bandeifen von 2 mm Dicke und 42 mm Breite verwendet, welche in Längen von ca. 8,20 bis 8,25 m zu haben find. Sie werden in die Lagerflächen der Backfteinfchichten zu mehreren neben einander gelegt, und zwar fo, dafs fie auf keine in der Längenrichtung laufenden Stofsfugen treffen. An den Enden werden die Bandeifen um den letzten Stein herum bis zum zweiten oder dritten Stein vorher zurückgebogen. Durch die Einwirkung des Kalkmörtels werden die Bandeifenftreifen zwar nach und nach zerftört; inzwifchen ift aber die Feftigkeit des Mörtels felbft eine bedeutende geworden.

*Brunel* hat durch Verfuche die grofse Wirkfamkeit des Reifeifenverbandes nachgewiefen [58]). Er fchreibt den Zuwachs an Feftigkeit der Adhäfion des Cement- oder Kalkmörtels an der Oberfläche des Eifens zu, wonach eine gröfsere Anzahl von fchwachen Bändern beffere Refultate ergeben würde, als eine kleinere Zahl ftärkerer. An Stelle von Eifen verwendete *Brunel* auch dünne Holzlatten. Er weist übrigens auch auf die Gefahren hin, die durch die Roftbildung des Eifens für Fundamente von poröfen Ziegeln fich ergeben.

Die Anker mit Splinten haben folche entweder nur an einem Ende (Fig. 258) oder auch an allen beiden. Der Splint befteht aus Flacheifen, deffen Breite in die Längsrichtung des Ankers genommen wird, oder aus Quadrat- oder Rundeifen. Die Oefe wird entweder durch Verdrehen (Kröpfen) und Umbiegen des Flacheifens gebildet (Fig. 258), oder durch Umbiegen des Endes und Durchlochung (Fig. 259), oder durch Ausfchmieden eines Ringes (Fig. 260).


Fig. 258. Fig. 261.
Fig. 259. Fig. 260.

Die Verankerungen werden mitunter auch fo ausgeführt, dafs der Anker an dem einen Ende einen Splint hat, während er mit dem anderen umgebogenen Ende in das Loch einer in der Längsrichtung der Mauer laufenden Eifenfchiene greift, welche denfelben Dienft auch noch anderen Ankern leiftet.

57) In: Die Maurerkunft. 3. Aufl. Leipzig 1879. S. 306.
58) Nach: Allg. Bauz. 1838, S. 137.

Fig. 261 zeigt die Anwendung dieſes Syſtemes beim Reſtaurationsbau des Schloſſes Saint-Germain bei Paris [59]).

Anzuführen ſind hier auch die Verankerungen mit langen Eiſenſchienen, an welchen in Abſtänden Zapfen befeſtigt ſind, die in die Steine eingreifen. Bei dieſen und ähnlichen Conſtructionen ſind die Gefahren zu berückſichtigen, die, auſser durch das Roſten, auch durch die Ausdehnung und Zuſammenziehung der langen Eiſenſchienen bei Temperaturänderungen für das Mauerwerk erwachſen können.

Sehr ausgedehnte Verankerungen kommen bei ſolchen Gebäuden zur Anwendung, welche gegen die Wirkungen von Erdbeben oder Bodenſenkungen geſchützt werden ſollen. Ueber die beſonderen Conſtructionen zu dieſem Zwecke findet ſich das Nähere in Theil III, Band 6 dieſes »Handbuches« (Abth. V, Abſchn. 1, Kap. 3: Sicherungen gegen die Wirkung von Bodenſenkungen und Erderſchütterungen).

106. Verbindung auf einander folgender Schichten.

Die Verbindung der Steine auf einander folgender Schichten erfolgt durch prismatiſch, cylindriſch oder doppelt ſchwalbenſchwanzförmig geſtaltete Stücke von Stein, Holz oder Metall, welche in beide Lagerflächen auf angemeſſene Tiefe eingreifen, durch die ſog. Dübel [60]) oder Dollen.

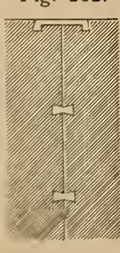
Die ſteinernen Dübel werden nur da angewendet, wo die Gröſse der Quader dies geſtattet; ſie ſind im Querſchnitt quadratiſch und erhalten eine Länge, die etwa dem fünften Theile der Höhe der zu verbindenden Quader entſpricht, während die Breite etwa eben ſo groſs bis zwei Drittel davon gemacht wird. Der Stein zu denſelben muſs ſehr feſt und zähe ſein. Sie werden häufig in das obere Lager der unteren Schicht genau paſſend mit Cement eingeſetzt, während das Loch im unteren Lager der oberen Schicht groſs genug ſein muſs, um ein bequemes Verſetzen zu ermöglichen. Der Zwiſchenraum wird in der ſpäter zu beſchreibenden Weiſe mit Cement ausgegoſſen. Für das Vergieſsen iſt es beſſer, umgekehrt zu verfahren und den Dübel im unteren Lager des oberen Steines zu befeſtigen. Es gilt dies auch für die Dübel aus anderen Stoffen.

Die hölzernen Dübel ſind ähnlich geſtaltet, wie die ſteinernen und von ähnlicher Gröſse. Sie müſſen von möglichſt trockenem, feſtem, zähem und dauerhaftem Holz (Eiche, Cypreſſe, Olive) hergeſtellt werden. Die Fugen füllt man mit Sand oder Harzkitt aus. Von den Griechen ſind hölzerne Dübel vielfach bei den Tempelbauten verwendet worden.

Die metallenen Dübel (am beſten von Bronze oder Kupfer, am häufigſten von Eiſen) werden ähnlich verſetzt wie die ſteinernen, erhalten eine Länge, die auch für die gröſsten Quader mit ca. 15 cm genügend, gewöhnlich aber mit 8 bis 10 cm hinlänglich groſs iſt, und eine Dicke von 2,5 bis 5 cm. Die beiden Enden werden nach entgegengeſetzter Richtung aufgehauen. In den Löchern werden ſie mit den ſchon für die Klammern angegebenen Mitteln vergoſſen.

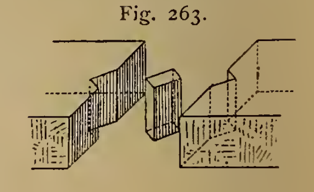
In Ermangelung von Beſſerem hat man ſich zur Herſtellung von Dübeln auch ſchon runder Kieſelſteine, Bleikugeln und der Schenkelknochen kleiner Thiere bedient.

Fig. 262.



Es muſs hier noch angeführt werden, daſs man die Metalldübel, und zwar gewöhnlich in doppelt ſchwalbenſchwanzförmiger Geſtalt (wie Fig. 250), auch zur Verbindung der Stoſsfugen aufrecht geſtellter Platten benutzt (Fig. 262), bei denen eine Klammerverbindung im oberen Lager eine Bewegung im unteren Theil nicht verhindern könnte, wie ſie z. B. durch Gefrieren von eingedrungenem Waſſer oft verurſacht wird. Eben ſo verwendet man

Fig. 263.



[59]) Nach: *Gazette des arch.* 1863, S. 217.

[60]) Auch Dübbel, Düpel, Diebel, Dippel, Dobel oder Döbel genannt.

zur Verbindung der Stofsfugen von Deckplatten mitunter Steindübel (Fig. 263), um feitliche Verfchiebungen zu verhindern. Eine befondere Fugengeftaltung für diefen Zweck (vergl. Fig. 220) ift allerdings koftfpieliger, aber auch folider, da die Dübel bei ftärkeren Steinen nicht in der ganzen Höhe der Stofsflächen ausgeführt werden.

107. Verbindung der Wölbfteine.

Zur Verbindung der Wölbfteine in den Lagerfugen bedient man fich mitunter auch der Dübel, ausnahmsweife der Klammern. Die Dübel werden auch zu diefem Zwecke aus Stein, Holz oder Metall gefertigt.

Fig. 264.

Beim Bau der Blackfriars-Brücke in London hat man fich beifpielsweife würfelförmiger Steindübel bedient.

Die mittelalterlichen Bogen im Hofe des alten Poftgebäudes zu Bafel waren in fämmtlichen Steinen durch eiferne in Blei vergoffene Dübel von ca. 9 cm Länge und 9 qcm Querfchnitt verbunden, fo dafs deren Abbruch, der wegen des Wiederaufbaues derfelben forgfältig gefchehen muffte, die gröfsten Schwierigkeiten verurfachte [61]).

Die Gewölberippen der Marien-Kirche in Stuttgart wurden durch Bleidübel verbunden. Es wurde hier Blei gewählt, um bei der allmählich fortfchreitenden Belaftung während des Baues die Rippen etwas biegfam zu haben. Aus demfelben Grunde wurden auch die Rippenfugen mit Bleigufs ausgefüllt [62]).

Die Dübel müffen normal zu den Lagerfugen geftellt werden (Fig. 264 a). Bei fcheitrechten Bogen kommen auch **Z**-förmige Klammern zur Verwendung (Fig. 264 b).

Die Verankerungen von Gewölben zur Verminderung oder Aufhebung des Schubes derfelben werden im nächften Bande diefes »Handbuches« (bei den Gewölben) zur Befprechung gelangen.

108. Verbindung in den Stofs- und Lagerfugen.

Zur Verhinderung der Verfchiebung von Steinen fowohl neben, als über einander werden die befprochenen Hilfsftücke combinirt in den Lager- und Stofsfugen zur Anwendung gebracht.

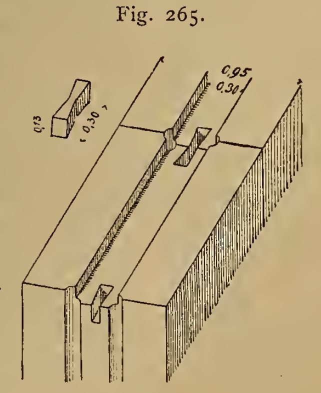



Fig. 265.

Sehr ausgiebigen Gebrauch in diefer Beziehung haben u. A. die Griechen bei der Herftellung ihrer Tempel gemacht, dabei aber von der Verwendung eines Mörtels abgefehen.

Eben fo kommen die Verbindungen durch befondere Formung der Fugenflächen und durch Hilfsftücke combinirt zur Anwendung; in befonders ausgedehntem Mafse beim Bau der Leuchtthürme [63]).

*Daly* [64]) macht Mittheilung von ägyptifchen Mauern, die er in Denderah, am fog. Hypaithral-Tempel von Philae und a. a. O. gefunden hat und welche in höchft intereffanter Weife die combinirte Verwendung von Mörtelcanälen und Schwalbenfchwänzen (wahrfcheinlich wie fonft aus Sycomoren-Holz) zur Herftellung einer allfeitigen Unverfchieblichkeit der auf das genauefte, mit ganz fcharfen Fugen bearbeiteten Quader zeigen. Fig. 265 ftellt einen Theil einer folchen Conftruction dar. Die Quader haben in den oberen und unteren Lagerflächen, eben fo in den Stofsflächen, Canäle, die mit ausgezeichnetem Mörtel ausgefüllt waren. Aufserdem griffen über die Stofsfugen die fchon erwähnten Schwalbenfchwänze.

109. Befeftigung der Hilfsftücke.

Die für die Hilfsftücke in die Fugenflächen einzuarbeitenden Löcher können nicht derartig hergeftellt werden, dafs fie ganz dicht an erftere anfchliefsen. Ein

61) Siehe: Deutfches Baugwksbl. 1882, S. 115.
62) Siehe: Deutfche Bauz. 1880, S. 554.
63) Ein inftructives Beifpiel hierfür bietet *The Chickens Rock Lighthoufe. Engineer*, Bd. 47, S. 356.
64) In: *Revue gén. de l'arch.* 1882, S. 51.

Herausziehen derfelben bleibt alfo möglich. Man macht defshalb die Löcher von vornherein etwas gröfser und fo grofs, dafs man fie nach dem Einbringen der Hilfsftücke bequem und ficher mit einem zweckentfprechenden Material ausfüllen kann. Man verwendet dazu, wie fchon erwähnt, bei fteinernen Hilfsftücken reinen Cementmörtel; bei folchen von Holz in trockener Lage Sand und dort, wo fich Zutritt von Feuchtigkeit erwarten läfft, Harzkitt; bei Hilfsftücken von Metall Blei, Kitt, Cement, Schwefel, Gyps, Afphalt. Eifenklammern kann man aufserdem noch dadurch zum feften Anfchlufs an die Steine bringen, dafs man fie vor dem Einfetzen erhitzt; beim Erkalten ziehen fie fich zufammen und preffen hierdurch die zu verbindenden Stücke an einander.

Das Blei ift zwar theuer, aber zu dem angegebenen Zweck vorzüglich geeignet. Es wird gefchmolzen und in das vorher forgfältigft zu trocknende Loch um das Metallftück gegoffen. Beim Erkalten zieht es fich zufammen, legt fich in Folge deffen feft an die Klammerfüfse oder Dübel an, löst fich aber gleichzeitig vom Steine los. Damit die fo entftehenden Hohlräume nicht verbleiben, mufs das Blei mittels eines Stemmeifens nachgekeilt werden. Diefe letztere nicht zu verfäumende Arbeit läfft das Blei nur da anwendbar erfcheinen, wo man diefelbe auch ausführen kann, alfo nur bei Klammern und an einem der Dübelenden. Sie müffte alfo beim zweiten Dübelende unterlaffen werden, weil diefes nur durch einen Gufscanal nach dem Verfetzen des zweiten Steines umfüllt werden kann. Die vorgefchlagene Füllung der fich bildenden Höhlungen mit Cement ift nicht zu empfehlen, weil nach neueren Erfahrungen Cement und Kalk rafch zerfetzend auf das Blei einwirken follen.

Von den Kitten kommen zur Anwendung Roftkitte (Gemenge von Kalk, Cement oder Gyps mit Eifenfeilfpänen), Harzkitte (hergeftellt aus Pech, Schwefel und feinem Quarzfand oder Ziegelmehl) und Oelkitte (z. B. bereitet aus Bleiglätte, Kalkhydrat und Leinölfirnifs). Die Kitte find zum Theile recht gut, oft auch theuer und können meift, wie das Blei, nur da angewendet werden, wo man fie feft in die Löcher eindrücken kann.

Sehr gut bewährt hat fich der Portland-Cement, namentlich für die Befeftigung von Eifen in Stein. Unter der dichten Umhüllung von Cement roftet das Eifen anfänglich nur fehr wenig, wird aber durch diefelbe vor dem weiteren Roften gefchützt. Um gute Erfolge zu erzielen, mufs man dem Cement die nöthige Zeit und Ruhe zur völligen Erhärtung laffen.

Den Schwefel, der fich fehr bequem an allen Stellen anwenden läfft, fehr rafch feft wird und aufserordentlich wetterbeftändig ift, betrachtet man trotzdem für die Befeftigung von Eifen mit einem gewiffen Mifstrauen, weil fich unter Einwirkung der Atmofphäre Schwefeleifen bilden, in Folge der dabei eintretenden Volumvermehrung die Steine aus einander treiben und aufserdem diefelben auch braunroth färben foll. Es wird zur Verhütung diefer Uebelftände empfohlen, bei der Anwendung von Schwefel denfelben weit über den Schmelzpunkt zu erhitzen, bis er eine tiefbraune Farbe annimmt. Zweckmäfsig ift es, Stein und Eifen vor dem Vergiefsen etwas zu erwärmen. Zur Befeftigung von Eifen in Stein hat fich auch das Verfahren bewährt, ein Gemenge von Schwefel und Eifenfeilfpänen mit Effig zu übergiefsen, wodurch fich eine fich felbft erhitzende Maffe ergiebt, welche fich zum Vergiefsen eignet und nach dem Erkalten hart wird.

Der Gyps ift ebenfalls fehr bequem zu verwenden und wird auch fehr rafch feft, ift aber nicht wetter- und wafferbeftändig und daher nur im Trockenen brauchbar.

Aber auch da befördert er beim Eifen die Roftbildung, fo dafs er jedenfalls nur dann benutzt werden follte, wenn auf grofse Dauerhaftigkeit der Verbindung kein befonderer Werth gelegt wird.

Afphalt fchützt zwar das Eifen vortrefflich, bekommt aber zu wenig eigene Feftigkeit, um Bewegungen der Verbindungsftücke zu verhindern. Er ift defswegen auch nur dort anzuwenden, wo die Einwirkung von Kräften und, da er leicht fchmelzbar ift, auch die von Hitze ausgefchloffen ift.

110. Vorfichts-mafsregeln.

Die leichte Vergänglichkeit von Holz und Eifen, eben fo die Gefahr, welche durch die Volumvergröfserung diefer Materialien beim Quellen, bezw. Roften herbeigeführt wird, macht befondere Vorfichtsmafsregeln bei Verwendung derfelben nothwendig. Es erftrecken fich diefe auf den Ort der Verwendung und auf Behandlung der Oberflächen der Verbindungsftücke.

Holz fowohl, als Eifen follten nur an folchen Stellen zur Anwendung gelangen, wo fie den Einwirkungen der Atmofphäre und der Feuchtigkeit entzogen find, alfo an vorausfichtlich trocken bleibenden Orten und möglichft tief in den Mauern. Aber auch da find die betreffenden Conftructionstheile den Einwirkungen der Mörtelfeuchtigkeit ausgefetzt, bis diefelbe, was oft recht lange dauert, verdunftet ift. (Der trocken gewordene Mörtel wird weiterhin dann fchützend wirken.) Es ift demnach in allen Fällen angezeigt, die Oberfläche der Holz- und Eifenftücke weniger empfindlich zu machen.

Bei Holz, welches vor der Verwendung fchon ganz trocken fein follte, ift tüchtiges Auskochen zu empfehlen, desgleichen Tränken mit heifsem Leinölfirnifs.

Für den Schutz des Eifens kommen mannigfaltige Mittel in Anwendung. Solche Schutzmittel find: Eintauchen der noch heifsen Eifenftücke in Schmiedepech oder Oelfirnifs; beffer Ueberzug mit heifsem Afphalt; Anftrich mit Afphaltlack; verfchiedene Metallüberzüge. Die letzteren find im Allgemeinen das empfehlenswerthefte Schutzmittel. Unter ihnen find am beften, allerdings auch am theuerften, das Verkupfern oder Verbleien. Häufiger wird das Verzinnen oder Verzinken angewendet, und zwar ift das letztere dem erfteren entfchieden vorzuziehen, weil die geringfte Verletzung oder Unvollftändigkeit des Zinnüberzuges das Roften geradezu befördert.

---

## Literatur.

Bücher über »Conftructions-Elemente in Stein« und »Mauerwerkskunde«, fo wie über »Steinhauerarbeit« und »Steinfchnitt«.


BOSSE, A. Kunftrichtig und probmäfsige Zeichnung zum Steinhauen in der Baukunft. Aus dem Franz. von DES ARGUES. Nürnberg 1699.

DE LA RUE, J. B. *Traité de la coupe des pierres.* Paris 1728. (3. Aufl. 1858.)

FREZIER. *La théorie et la pratique de la coupe des pierres etc.* Strafsburg 1737—39.

LUCOTTE. *L'art de maçonnerie.* Paris 1783.

MATTHAEY, C. Handbuch für Maurer etc. Ilmenau 1824. (5. Aufl.: Die praktifchen Arbeiten und Baukonftruktionen des Maurers und Steinhauers etc. Weimar 1879.)

DOULIOT, J. C. *Traité fpécial de la coupe des pierres.* Paris 1825. (2. Aufl. 1862.) — Deutfch von C. F. DEYHLE. Stuttgart 1826.

HÖRNIG, G. S. Theoretifch-praktifches Handbuch der verfchiedenen Maurerarbeiten etc. Leipzig 1836.

ROMBERG, J. A. Die Steinmetz-Kunft in allen ihren Theilen. Magdeburg 1837.

ADHÉMAR, A. J. *Traité de la coupe des pierres.* Paris 1837. — Deutfch von O. MÖLLINGER. Solothurn 1842.

ROMBERG, J. A. Die Mauerwerks-Kunft in allen ihren Theilen. Wien 1838.

RINGLEB, A. Lehrbuch des Steinfchnittes der Mauern, Bogen, Gewölbe und Treppen. Berlin 1844.

TOUSSAINT DE SENS. *Manuel de la coupe des pierres.* Paris 1844.

LEROY, CH. F. A. *Traité de ftéréotomie etc.* Paris 1844. (Deutfch von E. F. KAUFFMANN. Stuttgart 1847.)

MENZEL, C. A. Der praktifche Maurer etc. Halle 1846. (8. Aufl.: Der Steinbau. I. Theil. Von F. HEINZERLING. Leipzig 1882—85.)

Grundlage der praktifchen Baukunft. I. Theil. Maurerkunft etc. 4. Aufl. Berlin 1850.

CLAUDEL, J. ET L. LAROQUE. *Pratique de l'art de conftruire. Maçonnerie etc.* Paris 1850. (4. Aufl. 1870.) — Deutfch von W. HERTEL. Weimar 1860.

WEDEKE, J. C. u. J. A. ROMBERG. Die Maurerwerksarbeiten. Leipzig 1853.

HARRES, B. Die Schule des Maurers etc. Leipzig 1856. (5. Aufl. von E. HARRES. 1881.)

HARRES, B. Die Schule des Steinmetzen etc. Leipzig 1857. (2. Aufl. 1866.)

FLEISCHINGER & BECKER. Syftematifche Darftellung der Bauconftructionen. — Die Mauerwerks- oder Steinconftructionen. Berlin 1862—64.

BRAND, C. v. Praktifche Darftellung des Ziegelverbandes nach einfachen, allgemeinen, bisher unbekannten Gefetzen. Berlin 1864.

DEMANET, A. *Guide pratique du conftructeur; maçonnerie.* Paris 1864.

MENZEL, C. A. Das Mauerwerk und der Mauerverband etc. Herausg. u. verm. von C. SCHWATLO. Halle 1866.

LAVIT, PÈRE ET FILS. *Traité de la coupe des pierres.* Marfeille 1866.

MÖLLINGER, C. Elemente des Steinbaues etc. Heft 1: Konftruktionen des Bruchftein- und Quaderbaues. Halle 1869.

MÖLLINGER, C. Bauconftructions-Vorlagen der Baugewerksfchule zu Höxter. — Heft 1 u. 2: Mauerconftructionen. Höxter 1880. — Heft 3: Conftructionen des Bruchftein- und Quaderbaues. Halle 1870.

WEHRLE, J. Projective Abhandlung über Steinfchnitt etc. Zürich 1871—74.

MÜLLER, H. Die Maurerkunft. Leipzig 1875.

HOFFMANN, E. H. Die Bauten von Stein. Leipzig 1875. (3. Aufl. Deutfche bautechnifche Tafchenbibliothek, Heft 7. 1884.)

HAMMOND, A. *Rudiments of practical bricklaying etc.* London 1875.

SCOTT BURN. *Building conftruction, fhowing the employment of brickwork and mafonry in the conftruction of buildings.* Glasgow 1876.

WARREN, S. E. *Stereotomy: problems in ftone cutting etc.* New-York 1876.

Vorlegeblätter der Baugewerkfchule zu Holzminden. Mauer-Conftructionen. Leipzig 1879.

HERDEGEN, F. u. A. RANCHNER. Vorlagen für den bautechnifchen Unterricht an der Kgl. Induftriefchule etc. zu München. A. Bauconftructionslehre. Lief. 1 u. 2. München 1880.

MONDUIT, L. *Étude pratique de la ftéréotomie ou coupe des pierres.* Paris 1880.

SCHMIDT, O. Neuere Bauformen des Ziegel-, Quader- und Holzbaues. 1. Lief. Der Verband der Mauerfteine. Berlin 1881.

SCHAUPENSTEINER. Die Lehre vom Bauverband etc. Leipzig 1882.